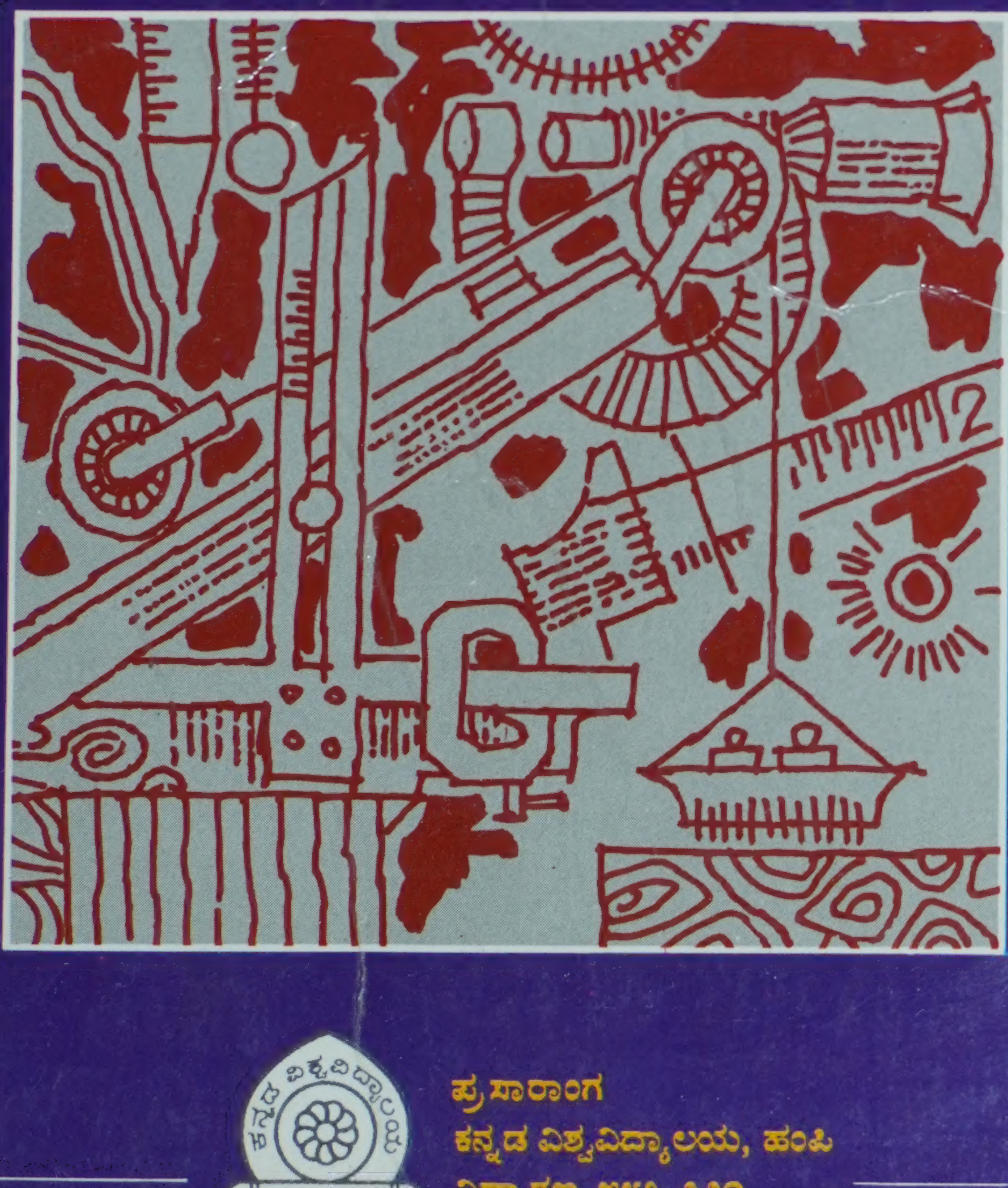
ಪದವಿಪೂರ್ವ ಮೊದಲ ವರ್ಷದ ಪಠ್ಯ

ಭೌತಶಾಸ್ತ್ರ



ಪ್ರಸಾರಾಂಗ
ಕನ್ನಡ ವಿಶ್ವವಿದ್ಯಾಲಯ, ಹಂಪಿ
ವಿದ್ಯಾರಣ್ಯ ೫೮೩ ೨೭೬

ಅಧ್ಯಾಪಕರ ಹಾಗೂ ವಿದ್ಯಾರ್ಥಿಗಳ ವಿಶೇಷ ಗಮನಕ್ಕೆ

ಎರಡು ವರ್ಷಗಳ
ಪದವಿಪೂರ್ವ ತರಗತಿಗಳಿಗೆ
ನಿಯಮಾವಳಿಗಳು, ಅಧ್ಯಯನ ವಿಷಯಗಳು ಹಾಗೂ
ಪರೀಕ್ಷಾ ಯೋಜನೆಗಳು

ಬೋಧನೆ ಹಾಗೂ ಪರೀಕ್ಷೆಗಳ ಮಾಧ್ಯಮ

ಎರಡು ವರ್ಷಗಳ ಅವಧಿಯ ಪದವಿಪೂರ್ವ ತರಗತಿಗಳ ಬೋಧನೆ ಹಾಗೂ ಪರೀಕ್ಷೆಗಳ ಮಾಧ್ಯಮ ಕನ್ನಡ ಅಥವಾ ಇಂಗ್ಲಿಷ್ ಆಗಿರುತ್ತದೆ. ವಿದ್ಯಾರ್ಥಿಗಳು ತಮ್ಮ ಆಯ್ಕೆಗೆ ಅನುಗುಣವಾಗಿ **ಕನ್ನಡ ಅಥವಾ ಇಂಗ್ಲಿಷ್**ನಲ್ಲಿ ಪರೀಕ್ಷೆಯಲ್ಲಿ ಉತ್ತರ ಬರೆಯಬಹುದಾಗಿದೆ. ಆದರೆ ಪರೀಕ್ಷೆಯಲ್ಲಿ ಉತ್ತರಿಸಲು ತಾವು ಯಾವ ಮಾಧ್ಯಮವನ್ನು ಆಯ್ದುಕೊಂಡಿದ್ದೀರಿ ಎಂಬುದನ್ನು ಪರೀಕ್ಷಾ ಅರ್ಜಿಗಳಲ್ಲೇ ಪೂರ್ವಭಾವಿಯಾಗಿ ಸೂಚಿಸುವುದು ಅಗತ್ಯವಾಗಿದೆ.

TWO YEAR
PRE - UNIVERSITY COURSE
REGULATIONS, COURSES OF STUDY AND
SCHEME OF EXAMINATIONS

MEDIUM OF INSTRUCTION AND EXAMINATION

The medium of instruction and examination in the Two Year Pre-University Course shall be **Kannada** or **English.** Candidates may, at their option, answer the examination either in English or in Kannada, provided they indicate in their applications for the examination the medium in which they opt to answer.

ಭೌತಶಾಸ್ತ್ರ

ಸಂಪಾದಕರು

ಪ್ರೊ. ಎಚ್. ಆರ್. ರಾಮಕೃಷ್ಣರಾವ್

ಪ್ರಸಾರಾಂಗ

ಕನ್ನಡ ವಿಶ್ವವಿದ್ಯಾಲಯ, ಹಂಪಿ

ವಿದ್ಯಾರಣ್ಯ

BHOUTHA SHASTRA – First Year P.U.C. Physics text book edited by Prof. H. R. Ramakrishna Rao, published by Dr. Karigowda Beechanahalli, Director, Prasaranga, Kannada University, Hampi, Vidyaranya, Kamalapura – 583 221   Pages : 278 + xvi

Price : Rs. 75–00

First Edition 1995

ಯೋಜನಾ ನಿರ್ವಹಣೆ
ಸಂಕಲನ ವಿಭಾಗ
ಕನ್ನಡ ವಿಶ್ವವಿದ್ಯಾಲಯ, ಹಂಪಿ

ಪ್ರಕಾಶಕರು
ಕರೀಗೌಡ ಬೀಚನಹಳ್ಳಿ
ನಿರ್ದೇಶಕರು, ಪ್ರಸಾರಾಂಗ
ಕನ್ನಡ ವಿಶ್ವವಿದ್ಯಾಲಯ, ಹಂಪಿ
ವಿದ್ಯಾರಣ್ಯ – ೫೮೩ ೨೨೧

ಬೆಲೆ : ಎಪ್ಪತ್ತೈದು ರೂಪಾಯಿಗಳು

ಮುದ್ರಕರು
ನೇತ್ರಾ ಪ್ರಿಂಟರ್ಸ್
ಚಾಮರಾಜಪೇಟೆ
ಬೆಂಗಳೂರು – 560 018

ಭೌತಶಾಸ್ತ್ರ ಸಮಿತಿ

ಮುಖ್ಯ ಸಂಪಾದಕರು

ಪ್ರೊ. ಎಚ್. ಆರ್. ರಾಮಕೃಷ್ಣರಾವ್
ಪ್ರಾಧ್ಯಾಪಕ (ವಿಶ್ರಾಂತ),
ಕ್ರೈಸ್ಟ್ ಕಾಲೇಜು, ಬೆಂಗಳೂರು

ತಜ್ಞರ ಸಮಿತಿ ಸದಸ್ಯರು

ಶ್ರೀ ಡಿ. ಆರ್. ಬಳೂರಗಿ
ಪ್ರಾಧ್ಯಾಪಕ, ಎಲ್. ವಿ. ಡಿ. ಕಾಲೇಜು
ರಾಯಚೂರು

ಡಾ. ಆರ್. ರಾಮಚಂದ್ರ
ಪ್ರಾಧ್ಯಾಪಕ (ವಿಶ್ರಾಂತ),
ನ್ಯಾಷನಲ್ ಕಾಲೇಜು, ಬೆಂಗಳೂರು

ಶ್ರೀಮತಿ ಸಿ. ಆರ್. ಲಲಿತಮ್ಮ
ಪ್ರವಾಚಕಿ (ವಿಶ್ರಾಂತ),
ವಾಣಿವಿಲಾಸ ಮಹಿಳೆಯರ ಕಾಲೇಜು
ಬೆಂಗಳೂರು

ಲೇಖಕರು

ಟಿ. ಅಶ್ವತ್ಥನಾರಾಯಣರಾವ್
ಪ್ರಾಧ್ಯಾಪಕ (ವಿಶ್ರಾಂತ),
ನ್ಯಾಷನಲ್ ಕಾಲೇಜು, ಬೆಂಗಳೂರು

ಡಾ. ಎ. ಒ. ಆವಲಮೂರ್ತಿ
ಪ್ರವಾಚಕ, ಶ್ರೀ ಕೊಂಗಾಡಿಯಪ್ಪ ಪಿ.ಯು. ಕಾಲೇಜು
ದೊಡ್ಡಬಳ್ಳಾಪುರ

ಪ್ರೊ. ಎಂ. ಎಸ್. ಕೊಟ್ನಿ
ಪ್ರಾಧ್ಯಾಪಕ, ಬಿ. ವಿ. ಬಿ. ಕಾಲೇಜು
ಬೀದರ್

ಪ್ರೊ. ಬಿ. ಕೆ. ಚಳಗೇರಿ
ಪ್ರಾಧ್ಯಾಪಕ (ವಿಶ್ರಾಂತ),
ಗುಲ್ಬರ್ಗಾ

ಶ್ರೀ ಎಂ. ನಾರಾಯಣಭಟ್
ಪ್ರವಾಚಕ, ಸೇಂಟ್ ಅಲೋಷಿಯಸ್ ಕಾಲೇಜು
ಮಂಗಳೂರು

ಶ್ರೀ ಪರಶುರಾಮು
ಪ್ರವಾಚಕ, ಸರ್ ಎಂ. ವಿ. ಕಾಲೇಜು
ಭದ್ರಾವತಿ

ಪ್ರೊ. ಟಿ. ವೈ. ರಾಮಚಂದ್ರ
ಪ್ರಾಧ್ಯಾಪಕ (ವಿಶ್ರಾಂತ),
ಸರ್ಕಾರಿ ವಿಜ್ಞಾನ ಕಾಲೇಜು
ಬೆಂಗಳೂರು

ಪ್ರೊ. ಎಚ್. ಎಸ್. ಲಕ್ಷ್ಮೀನಾರಾಯಣಭಟ್ಟ
ಪ್ರಾಧ್ಯಾಪಕ, ವಿ. ವಿ. ಪುರಂ ಕಾಲೇಜು
ಬೆಂಗಳೂರು

ಡಾ. ಎಚ್. ಆರ್. ಶ್ರೀಪಾದ್
ಪ್ರವಾಚಕ, ಸರ್ಕಾರಿ ವಿಜ್ಞಾನ ಕಾಲೇಜು
ಕೊಣನೂರು

ಶ್ರೀಮತಿ ಎಸ್. ಹೇಮಲತಾ
ಪ್ರವಾಚಕಿ, ವಾಣಿವಿಲಾಸ ಮಹಿಳೆಯರ
ಜೂನಿಯರ್ ಕಾಲೇಜು, ಬೆಂಗಳೂರು

ನಿವೇದನೆ

ಇಂದಿನ ಯುಗ ವಿಜ್ಞಾನದ ಯುಗ. ವಿಜ್ಞಾನ ನಮಗೆಲ್ಲ ಉಪಕಾರಕವೇನೋ ಹೌದು, ಅದರಂತೆ ಒಂದು ಆಹ್ವಾನವೂ ಹೌದು. ನಮಗರಿವಾಗದಂತೆ ವಿಜ್ಞಾನ ನಮ್ಮ ದಿನನಿತ್ಯದ ಬದುಕಿನಲ್ಲಿ ಸೇರಿಕೊಂಡು ಬಿಟ್ಟಿದೆ; ಆದರೂ ನಮಗಿನ್ನೂ ವೈಜ್ಞಾನಿಕ ದೃಷ್ಟಿಕೋನ ಬಂದಿಲ್ಲ. ಪಾಶ್ಚಾತ್ಯ ನಾಗರಿಕತೆಯ ಒಂದು ಮಹತ್ವದ ಕೊಡುಗೆಯಾಗಿರುವ ವಿಜ್ಞಾನ ನಮ್ಮ ದಿನನಿತ್ಯದ ಜೀವನವನ್ನು ರೂಪಿಸುತ್ತಿರುವಾಗ ನಮ್ಮಲ್ಲಿ ಆಗುವ ಮಾರ್ಪಾಡುಗಳನ್ನು ಇಂದು ದಾಖಲಿಸಬೇಕಾಗಿದೆ. ಅದರ ಜೊತೆಗೇ ವಿಜ್ಞಾನವನ್ನು ನಾವು ಯಾವ ವಿವೇಕದಿಂದ ಉಪಯೋಗಿಸಬೇಕೆಂಬುದರ ತಿಳಿವು ಕೂಡ ನಮ್ಮಲ್ಲಿ ಮೂಡಬೇಕಾಗಿದೆ.

ನಾವಿಂದು ವಿಜ್ಞಾನ, ಎಂಜಿನಿಯರಿಂಗ್, ಆಧುನಿಕ ತಂತ್ರವಿಜ್ಞಾನ ಇವನ್ನೆಲ್ಲ ಇಂಗ್ಲಿಷ್ ಭಾಷೆಯ ಮೂಲಕ ಕಲಿಯುತ್ತಿದ್ದೇವೆ. ಸಾಹಿತ್ಯ, ಕಲೆ, ತತ್ವಜ್ಞಾನ, ರಾಜಕೀಯ, ಸಮಾಜಶಾಸ್ತ್ರಗಳಿಗೆ ಇಂಗ್ಲಿಷ್‌ನ ಜೊತೆಗೆ ಕನ್ನಡವನ್ನು ಉಪಯೋಗಿಸಲು ಕಲಿಯುತ್ತಿದ್ದೇವೆ. ಆದರೆ, ಬೇರೆ ಭಾಷೆಯ ಮಾಧ್ಯಮದಿಂದ ಕೇವಲ ತಿಳಿವಳಿಕೆಯಷ್ಟೇ ದೊರೆಯುವುದಿಲ್ಲ; ತಿಳಿವಳಿಕೆಯ ವಿಧಾನಗಳೂ ಬಂದುಬಿಡುತ್ತವೆ. ಕನ್ನಡ ತನ್ನ ಶಾಸ್ತ್ರವಿಧಾನಗಳನ್ನು ರೂಪಿಸಲು ಕಲಿಯಬೇಕಾಗಿದೆ; ಆಗಲೇ ತಿಳಿವಳಿಕೆ ನಮ್ಮದಾಗುವುದು. ಭೌತಶಾಸ್ತ್ರ ರಸಾಯನಶಾಸ್ತ್ರದಂಥ ಶುದ್ಧ ಶಾಸ್ತ್ರಗಳಿಗೆ ಪರಂಪರೆ ಪ್ಲೇಟೋ, ಅರಿಸ್ಟಾಟಲರಿಂದ ಬಂದರೆ ಅದು ನಮ್ಮದಾಗುವುದೇ ಇಲ್ಲ. ಅದ್ಭುತ ದೇವಾಲಯಗಳನ್ನು ನಿರ್ಮಿಸಿದ ನಮ್ಮ ಪೂರ್ವಜರ ತಂತ್ರವಿಜ್ಞಾನ ಯಾವುದಿತ್ತು ಎಂದು ಯೋಚಿಸಲು ಕೂಡ ನಾವು ಪ್ರಯತ್ನ ಮಾಡಿಲ್ಲ. ಸುಯೇಜ್ ಕಾಲುವೆಯ ಮೂಲಕ ಹರಿದು ಬಂದ ತಿಳಿವಳಿಕೆಯ ಪ್ರವಾಹದಿಂದ ನಮ್ಮ ಹೊಲಗಳಲ್ಲಿಯ ತಿಳಿವಳಿಕೆಯ ಕೃಷಿ ಸಾಗಬೇಕಾಗಿದೆ.

ಪಾಶ್ಚಾತ್ಯರಲ್ಲಿ ವೈಜ್ಞಾನಿಕ ಸಾಹಿತ್ಯ ವಿಪುಲವಾಗಿ ಬೆಳೆದುಬಂದಿದೆ. ಅಂಥ ಸಾಹಿತ್ಯ ಕನ್ನಡದಲ್ಲಿ ಬರಬೇಕು. ತಿಳಿವಳಿಕೆ ಎಷ್ಟೇ ಶ್ರೇಷ್ಠವಾಗಿರಲಿ, ಅಗತ್ಯವಾದದ್ದೇ ಆಗಿರಲಿ, ನಮ್ಮ ಭಾಷೆಯಲ್ಲಿ ಅದು ಮೂಡಿ ಬರದಿದ್ದರೆ, ಅದು ನಮ್ಮ ತಿಳಿವಳಿಕೆಯಾಗಲಾರದು. ಕರ್ನಾಟಕದಲ್ಲಿ ಮೌಲಿಕವಾದ ವಿಜ್ಞಾನ ಹುಟ್ಟಿ ಬರಬೇಕಾದರೆ ನಮ್ಮ ಭಾಷೆಯಲ್ಲಿ ವೈಜ್ಞಾನಿಕ ಸಾಹಿತ್ಯ ಹುಟ್ಟಿ ಬರಬೇಕು. ಕನ್ನಡದಲ್ಲಿ ವೈಜ್ಞಾನಿಕ ಚಿಂತನೆ ನಡೆಯಬೇಕು. ಕನ್ನಡಕ್ಕೆ ಅಂಥ ತೇಜಸ್ಸು, ಶಕ್ತಿ ಇದೆ. ವಚನಕಾರರ ಭಾಷೆ ಅಣು ವಿಜ್ಞಾನದ ಅರ್ಥವನ್ನು ಪ್ರಕಟಿಸಲು ಸಮರ್ಥವಾಗಿದೆ.

ವಿಜ್ಞಾನದ ವಿಷಯಗಳನ್ನು ಹೇಳುವ ಸಲುವಾಗಿಯೇ ಇಂದು ಪ್ರಮಾಣಿತ ವಿಜ್ಞಾನ ಭಾಷೆಯೊಂದನ್ನು ಕನ್ನಡದ ಈ ಅಂತಸ್ಥ ಸಾಮರ್ಥ್ಯವನ್ನು ಬಳಸಿಕೊಂಡು ಸೃಷ್ಟಿಸಬೇಕಾಗಿದೆ. ಅಂತಹ ಭಾಷೆಯನ್ನು ಬಳಕೆಗೆ ತರುವುದು ಇಂದು ತೀರಾ ಅಗತ್ಯವಾಗಿದೆ. ಇಂತಹುದೊಂದು ಅಗತ್ಯವನ್ನು ಪೂರೈಸುವಲ್ಲಿ ಕನ್ನಡ ವಿಶ್ವವಿದ್ಯಾಲಯವು ಯೋಜನೆಗಳನ್ನು

ರೂಪಿಸುತ್ತಿದೆ. ವಿಷಯ ತಜ್ಞರೂ, ಭಾಷಾತಜ್ಞರೂ ಕೂಡಿ ವಿಜ್ಞಾನದ ಪಠ್ಯಪುಸ್ತಕಗಳನ್ನು ನಿರ್ಮಿಸುವುದು ಈ ಯೋಜನೆಯ ಮೊದಲ ಹಂತದ ಕೆಲಸವಾಗಿದೆ.

ಈ ಪಠ್ಯಪುಸ್ತಕಗಳು ಕನ್ನಡ ಮಾಧ್ಯಮದ ವಿದ್ಯಾರ್ಥಿಗಳಿಗೆ ಮಾತ್ರ ಸೀಮಿತವಾಗಿಲ್ಲ. ಇಂಗ್ಲಿಷ್ ಮಾಧ್ಯಮದ ವಿದ್ಯಾರ್ಥಿಗಳು ಕೂಡ ಇವುಗಳಿಂದ ನೆರವು ಪಡೆಯಬಹುದು. ಪ್ರತಿಯೊಂದು ಪಠ್ಯದಲ್ಲಿಯೂ ಪಾರಿಭಾಷಿಕ ಶಬ್ದಗಳಿಗೆ ಅರ್ಥಕೋಶ ಕೂಡ ಇದೆ.

ಈ ಪಠ್ಯಪುಸ್ತಕಗಳನ್ನು ಕನ್ನಡದಲ್ಲಿ ಬರೆದುಕೊಟ್ಟ ಸಂಪಾದಕರಿಗೆ, ಲೇಖಕರಿಗೆ ನಾನು ಕನ್ನಡ ವಿಶ್ವವಿದ್ಯಾಲಯದ ಪರವಾಗಿ ಕೃತಜ್ಞನಾಗಿದ್ದೇನೆ.

ಚಂದ್ರಶೇಖರ ಕಂಬಾರ
ಕುಲಪತಿಗಳು

ಯೋಜನೆ ಕುರಿತು

ನಮ್ಮ ಶಿಕ್ಷಣ ಮಾಧ್ಯಮ ಕನ್ನಡವೇ ಆಗಬೇಕು ಎಂದು ಶಿಕ್ಷಣತಜ್ಞರ ಅಭಿಪ್ರಾಯವನ್ನು ಯಾರೂ ವಿರೋಧಿಸಲಾರರು. ಆದರೆ ಇಂಗ್ಲಿಷ್ ಮಾಧ್ಯಮದ ಭರಾಟೆಯಲ್ಲಿ ಕನ್ನಡದ ಬೆಳವಣಿಗೆ ಎಲ್ಲಿಗೂ ಸಾಲದು ಎಂಬುದನ್ನು ಅಲ್ಲಗಳೆಯಲಾಗದು. ವಿಜ್ಞಾನದ ವಿಭಾಗದಲ್ಲಂತೂ ಈ ಸಮಸ್ಯೆ ತೀವ್ರತರವಾಗಿದೆ. ವಿಜ್ಞಾನದ ವಿಷಯಗಳನ್ನು ಹೇಳುವ ಸಲುವಾಗಿಯೇ ಪ್ರಮಾಣಿತ ವಿಜ್ಞಾನ ಭಾಷೆಯೊಂದನ್ನು ಕನ್ನಡದಲ್ಲಿ ಸೃಷ್ಟಿಸಿ ಬಳಕೆಗೆ ತರುವುದು ತೀರಾ ಅಗತ್ಯ. ಶಿಕ್ಷಣದಲ್ಲಿ ಪಠ್ಯಪುಸ್ತಕಗಳ ಪಾತ್ರವೇನು ಎಂಬುದು ಎಲ್ಲರಿಗೂ ತಿಳಿದಿದೆ. ವಿಜ್ಞಾನದ ಪಠ್ಯಪುಸ್ತಕಗಳನ್ನು ಕನ್ನಡದಲ್ಲಿ ಸಿದ್ಧಪಡಿಸುವ ಹೊಣೆಗಾರಿಕೆಯನ್ನು ನಿರ್ವಹಿಸುವುದು ಒಬ್ಬಿಬ್ಬರಿಂದ ಆಗುವ ಮಾತಲ್ಲ.

ಕನ್ನಡದ ಸರ್ವತೋಮುಖ ಬೆಳವಣಿಗೆಯನ್ನು ತನ್ನ ಮುಖ್ಯ ಗುರಿಯಾಗಿಸಿಕೊಂಡು ಶ್ರಮಿಸುತ್ತಿರುವ ಸಂಸ್ಥೆ ಕನ್ನಡ ವಿಶ್ವವಿದ್ಯಾಲಯ. ಶಿಕ್ಷಣ ಕ್ಷೇತ್ರದ ಈ ಅಗತ್ಯದ ಹೊಣೆಯನ್ನು ಸಮರ್ಥವಾಗಿ ನಿರ್ವಹಿಸುವ ಯೋಜನೆಗಳನ್ನು ಅದು ರೂಪಿಸುತ್ತಿದೆ. ಪ್ರಸ್ತುತ ಪದವಿಪೂರ್ವ ತರಗತಿಗಳಿಗಾಗಿ ಕನ್ನಡದಲ್ಲಿ ವಿಜ್ಞಾನ ಪಠ್ಯಪುಸ್ತಕಗಳನ್ನು ಸಿದ್ಧಪಡಿಸುವ ಕೆಲಸವನ್ನು ಆರಂಭಿಸಿದೆ. ಪದವಿಪೂರ್ವ ತರಗತಿಗಳನ್ನೇ ಮೊದಲಿಗೆ ಪರಿಗಣಿಸಲು ಮುಖ್ಯಕಾರಣಗಳಿವೆ. ನಗರ ಪ್ರದೇಶಗಳಲ್ಲಿ ಮೇಲುನೋಟಕ್ಕಾದರೂ ವಿಜ್ಞಾನದ ವಿದ್ಯಾರ್ಥಿಗಳು ಇಂಗ್ಲಿಷ್ ಮಾಧ್ಯಮಕ್ಕೇ ಶರಣಾಗಿದ್ದಾರೆ ಎನಿಸುತ್ತದೆ. ಆದರೆ ಈ ವಿದ್ಯಾರ್ಥಿಗಳಲ್ಲೂ ಕನ್ನಡದಲ್ಲಿ ವಿವರಣೆ ದೊರೆಯಲಾರದೇ ಎಂದು ನಿರೀಕ್ಷಿಸುವವರಿದ್ದಾರೆ. ನಮ್ಮ ಗ್ರಾಮಾಂತರ ಪ್ರದೇಶಗಳಲ್ಲಂತೂ, ಪ್ರೌಢಶಾಲೆಯವರೆಗೂ ಕನ್ನಡ ಮಾಧ್ಯಮದಲ್ಲೇ ಶಿಕ್ಷಣ. ನಂತರದ ಹಂತದಲ್ಲಿ ಇಂಗ್ಲಿಷ್ ಮಾಧ್ಯಮಕ್ಕೆ ಬರುತ್ತಾರೆ. ಇಂಗ್ಲಿಷ್ ಮಾಧ್ಯಮವೇ ಉಪಯೋಗಕರ ಎಂಬ ಅಸಂಗತ ಅಭಿಪ್ರಾಯ ಈ ಆಯ್ಕೆಗೆ ಕಾರಣವಾಗುತ್ತದೆ. ಕನ್ನಡ ಮಾಧ್ಯಮ ತೆಗೆದುಕೊಂಡರೆ ಅಗತ್ಯದ ಪಠ್ಯಪುಸ್ತಕಗಳು ಇಲ್ಲ ಎಂಬ ಸಮಸ್ಯೆ ಬೇರೆ. ಅಂದರೆ, ವಿಜ್ಞಾನವನ್ನು ಕನ್ನಡದಲ್ಲಿ ವಿವರಿಸುವವರಿದ್ದರೆ ಅದರ ಉಪಯೋಗವನ್ನು ಪಡೆಯಲು ಕನ್ನಡ ಮಾಧ್ಯಮದ ವಿದ್ಯಾರ್ಥಿಗಳೇ ಅಲ್ಲದೆ ಇಂಗ್ಲಿಷ್ ಮಾಧ್ಯಮದ ವಿದ್ಯಾರ್ಥಿಗಳೂ ಕಾತುರರಾಗಿದ್ದಾರೆ.

ಈ ಸಮಸ್ಯೆಯನ್ನು ಪರಿಹರಿಸುವ ಮೊದಲಹೆಜ್ಜೆಯಾಗಿ ಕನ್ನಡ ವಿಶ್ವವಿದ್ಯಾಲಯ ಪದವಿಪೂರ್ವ ತರಗತಿಗಳಿಗೆ ವಿಜ್ಞಾನ ಪಠ್ಯ ಪುಸ್ತಕಗಳನ್ನು ಸಿದ್ಧಪಡಿಸುವ ಯೋಜನೆಯನ್ನು ಕೈಗೆತ್ತಿಕೊಂಡಿದೆ. ಈ ಬೃಹತ್ ಯೋಜನೆಯಲ್ಲಿ ವಿಜ್ಞಾನ ವಿಷಯಗಳಲ್ಲಿ ನುರಿತ ಅಧ್ಯಾಪಕರು, ಶಿಕ್ಷಣತಜ್ಞರು, ಭಾಷಾತಜ್ಞರು –ಹೀಗೆ ಹಲವರ ಸಲಹೆ, ಸೂಚನೆ, ಸಹಕಾರಗಳನ್ನು ಪಡೆಯಲಾಗಿದೆ.

ಭೌತಶಾಸ್ತ್ರ, ರಸಾಯನಶಾಸ್ತ್ರ, ಜೀವಶಾಸ್ತ್ರ, ಗಣಿತಶಾಸ್ತ್ರ– ಈ ಪಠ್ಯಪುಸ್ತಕಗಳನ್ನು ಮೊದಲಿಗೆ ಸಿದ್ಧಪಡಿಸಲಾಗಿದೆ. ಪ್ರತಿ ವಿಭಾಗಕ್ಕೆ ವಿಶೇಷ ತಜ್ಞರನ್ನು ಮುಖ್ಯ

ಸಂಪಾದಕರೆಂದು ನೇಮಿಸಲಾಯಿತು. ಇವರು ಅರ್ಹರಾದ ಅಧ್ಯಾಪಕರನ್ನು ಆಯ್ದು ಸಂಪಾದಕ ಮಂಡಳಿಗಳನ್ನು ರಚಿಸಿದರು. ವಿವಿಧ ಅಧ್ಯಾಯಗಳನ್ನು ನುರಿತ ಅಧ್ಯಾಪಕರ ನೆರವಿನಿಂದ ಬರೆದು ಸಿದ್ಧಪಡಿಸಿದರು. ಹೀಗೆ ಸಿದ್ಧಗೊಂಡ ಹಸ್ತಪ್ರತಿಗಳ ಭಾಷಾಪರಿಶೀಲನೆಯನ್ನು ತಜ್ಞರಿಂದ ನಡೆಸಲಾಯಿತು. ಕೊನೆಯದಾದರೂ ಬಹುಮುಖ್ಯ ಹಂತವೊಂದನ್ನು ಹಮ್ಮಿಕೊಳ್ಳಲಾಯಿತು. ಅದೆಂದರೆ, ಹೈಸ್ಕೂಲುಗಳಲ್ಲಿ ಪೂರ್ಣರೂಪದಲ್ಲಿ ಅಧಿಕೃತವಾಗಿ ಕನ್ನಡ ಮಾಧ್ಯಮದಲ್ಲಿ ವಿಜ್ಞಾನವನ್ನು ಬೋಧಿಸುತ್ತಿದ್ದು, ಅದೇ ಶಾಲೆಗೆ ಸೇರಿದ ಇಂಗ್ಲಿಷ್ ಮೀಡಿಯಂ ಪದವಿಪೂರ್ವ ತರಗತಿಗಳ ವಿದ್ಯಾರ್ಥಿಗಳಿಗೆ ಹೆಚ್ಚಿನ ನೆರವಿನ ಕಾರಣವಾಗಿ, ಕನ್ನಡವನ್ನು ವಿಜ್ಞಾನ ಬೋಧನೆಯ ಮಾಧ್ಯಮವಾಗಿ ಬಳಸುತ್ತಿರುವ ಅಧ್ಯಾಪಕರನ್ನು ಗುರುತಿಸಿ, ಸಿದ್ಧಗೊಂಡ ನಮ್ಮ ಕನ್ನಡ ವಿಜ್ಞಾನ ಪಠ್ಯಪುಸ್ತಕಗಳ ಹಸ್ತಪ್ರತಿಗಳನ್ನು ಪರಿಶೀಲಿಸಲು ಕೋರಲಾಯಿತು. ಅವರು ಸೂಚಿಸಿದ ಹಲವು ಸಲಹೆ ಸೂಚನೆಗಳನ್ನು ಅಳವಡಿಸಿ ಹಸ್ತಪ್ರತಿಯನ್ನು ತಿದ್ದಿ, ಅಂತಿಮವಾಗಿ ಮುದ್ರಣಕ್ಕೆಂದು ಸಿದ್ಧಪಡಿಸಲಾಯಿತು.

ಯೋಜನೆಯ ಆರಂಭದಿಂದಲೂ ಈ ವಿಜ್ಞಾನ ಪಠ್ಯಪುಸ್ತಕಗಳನ್ನು ಕನ್ನಡದಲ್ಲಿ ಸಮರ್ಥವಾಗಿ ಸಿದ್ಧಪಡಿಸಲು ಎಚ್ಚರವನ್ನು, ಶ್ರಮವನ್ನು ವಹಿಸಲಾಗಿದೆ. ಇಂತಹ ಒಂದು ಅರ್ಥಪೂರ್ಣ ಯೋಜನೆಯ ರೂವಾರಿ ಹಾಗೂ ಮಾರ್ಗದರ್ಶಕರಾದ ನಮ್ಮ ಮಾನ್ಯ ಕುಲಪತಿ ಡಾ. ಚಂದ್ರಶೇಖರ ಕಂಬಾರರು ಯೋಜನೆಯು ಸುಲಲಿತವಾಗಿ ನಡೆಯಲು ಕಾರಣರಾಗಿದ್ದಾರೆ. ಅವರ ನಿರಂತರ ಒತ್ತಾಸೆಯಿಂದಲೇ ಈ ಯೋಜನೆ ಮುಂದುವರೆದು, ಇದೀಗ ಒಂದು ಮುಖ್ಯಹಂತವನ್ನು ಪೂರ್ಣಗೊಳಿಸಿದೆ. ಮೊದಲ ಪಿಯುಸಿ ಪುಸ್ತಕಗಳು ಸಿದ್ಧಗೊಂಡಿವೆ. ಇದರ ಬೆನ್ನಿನಲ್ಲಿಯೇ ಎರಡನೆಯ ಪಿಯುಸಿ ಪುಸ್ತಕಗಳ ಸಿದ್ಧತೆಯೂ ಆರಂಭಗೊಂಡಿದೆ.

ಇಂತಹ ಬೃಹತ್ ಯೋಜನೆಯೊಂದರಲ್ಲಿ ನೆರವಿಗೆ ನಿಂತಿರುವ ವಿದ್ವಾಂಸರ ಪಟ್ಟಿ ದೊಡ್ಡದು. ಪ್ರತಿ ವಿಭಾಗದ ಮುಖ್ಯ ಸಂಪಾದಕರು, ಸಂಪಾದಕ ಮಂಡಳಿಗಳ ಸದಸ್ಯರು, ಲೇಖಕರು, ಭಾಷಾ ಪರಿಶೀಲಕರು ಹಾಗೂ ವಿಷಯ ಪರಿಶೀಲಕರನ್ನು ಪ್ರತ್ಯೇಕವಾಗಿ ನೆನೆಯುತ್ತೇನೆ. ನಮ್ಮ ವಿಶ್ವವಿದ್ಯಾಲಯದ ಪ್ರಸಾರಾಂಗದ ನಿರ್ದೇಶಕರನ್ನು, ನನ್ನ ಎಲ್ಲ ಸಹೋದ್ಯೋಗಿಗಳನ್ನು, ಅವರಿಂದ ಪಡೆದ ವಿವಿಧ ಬಗೆಯ ನೆರವಿಗಾಗಿ, ವಂದಿಸುತ್ತೇನೆ.

ಕೊನೆಯದಾಗಿ, ಕನ್ನಡ ಮಾಧ್ಯಮದಲ್ಲಿ ವಿಜ್ಞಾನ ವಿಷಯಗಳನ್ನು ಕಲಿಯುವುದು ಹಾಗೂ ಬೋಧಿಸುವುದು ಸಾಧ್ಯವೇ ಎಂಬ ಸಂದೇಹವನ್ನು ನಿವಾರಿಸಿ, ವಿದ್ಯಾರ್ಥಿಗಳಲ್ಲಿ ಹಾಗೂ ಅಧ್ಯಾಪಕರಲ್ಲಿ ಕನ್ನಡ ಮಾಧ್ಯಮದ ಬಗ್ಗೆ ವಿಶ್ವಾಸವನ್ನು ಮೂಡಿಸುವಲ್ಲಿ ಕನ್ನಡ ವಿಶ್ವವಿದ್ಯಾಲಯದ ಈ ಮಹತ್ವಾಕಾಂಕ್ಷೆಯ ಯೋಜನೆ ಸಫಲವಾದರೆ ನಮ್ಮ ಶ್ರಮ ಸಾರ್ಥಕ.

ಡಾ. ಎಚ್. ಎಸ್. ಶ್ರೀಮತಿ

ಮುಖ್ಯ ಸಂಪಾದಕರ ಮಾತು

ಪದವಿಪೂರ್ವ ತರಗತಿಗಳಿಗೆ ಕನ್ನಡದಲ್ಲಿ ಭೌತವಿಜ್ಞಾನ ಪಠ್ಯಪುಸ್ತಕವನ್ನು ನಿರ್ಮಿಸುವ ಯೋಜನೆ ಸಕಾಲಿಕವಾಗಿದೆ. ೧೯೭೫–೭೬ರ ಶೈಕ್ಷಣಿಕ ವರ್ಷದಿಂದ ಹೊಸ ಪಠ್ಯವಿಷಯವು ಜಾರಿಗೆ ಬಂದಿರುವುದರಿಂದ ಅದಕ್ಕೆ ಅನುಗುಣವಾಗಿ ಸಿದ್ಧಪಡಿಸಿದ ಪುಸ್ತಕ ಇದು. ಈ ಪುಸ್ತಕ ನಿರ್ಮಾಣ ಯೋಜನೆ ಒಂದು ನಿರ್ದಿಷ್ಟ ಸ್ವರೂಪ ಪಡೆದದ್ದು ಕಳೆದ ವರ್ಷದ ಆಗಸ್ಟ್ ತಿಂಗಳಿನಲ್ಲಿ. ಲೇಖಕರಿಗೆ ಪಠ್ಯವಿಷಯಗಳನ್ನು ಕಳುಹಿಸುವ ಮೊದಲು ತಜ್ಞರ ಸಮಿತಿಯಲ್ಲಿ ಕೆಲವು ಮಾರ್ಗದರ್ಶಿ ಸೂತ್ರಗಳನ್ನು ಅನುಸರಿಸುವುದೆಂದು ತೀರ್ಮಾನಿಸಲಾಯಿತು. ಬರವಣಿಗೆಯ ಶೈಲಿ, ಪಾರಿಭಾಷಿಕ ಶಬ್ದಗಳ ಬಳಕೆ, ಅಗತ್ಯ ಬಿದ್ದಾಗ ಹೊಸ ಪದಗಳ ಸೃಷ್ಟಿ ಮುಂತಾದವುಗಳಲ್ಲಿ ಏಕರೂಪತೆ ಇರಬೇಕಾದದ್ದು ಅತ್ಯಗತ್ಯವಾದ್ದರಿಂದ ಲೇಖಕರು ಕೆಳಗಿನ ಸಾಮಾನ್ಯ ಸೂತ್ರಗಳನ್ನು ಅನುಸರಿಸುವಂತೆ ಕೇಳಿಕೊಳ್ಳಲಾಯಿತು.

೧. ಬಳಸುವ ಭಾಷೆ ಸರಳವಾಗಿರಲಿ, ಶಾಸ್ತ್ರಗ್ರಂಥದ ಮರ್ಯಾದೆಗೆ ಒಪ್ಪುವ ಹಾಗಿರಲಿ, ಈಗಾಗಲೇ ಸಿದ್ಧವಿರುವ ಇಂಗ್ಲಿಷ್ ಪಾಠಗಳ ನೀರಸ ಅನುವಾದವೆಂದು ಬೆರಳು ತೋರಿಸುವಂತಾಗದಿರಲಿ, ಕನ್ನಡದ ಸೊಗಡಿರಲಿ.

೨. ಅಗತ್ಯ ಬಿದ್ದಾಗ ಕನ್ನಡಕ್ಕೆ ಸುಲಭವಾಗಿ ಹೊಂದಿಕೊಳ್ಳಬಲ್ಲ ಸರಳ ಶಬ್ದಗಳನ್ನು ನೇರವಾಗಿ ಇಂಗ್ಲಿಷ್‌ನಿಂದ ಎರವಲು ಪಡೆಯೋಣ.

೩. ಪ್ರೌಢಶಾಲೆಯ ಪಠ್ಯಪುಸ್ತಕಗಳಲ್ಲಿ ಈಗಾಗಲೇ ಬಳಕೆಗೆ ತಂದಿರುವ ಪಾರಿಭಾಷಿಕ ಶಬ್ದಗಳು ಸರಿಯಾಗಿದ್ದಲ್ಲಿ ಅವುಗಳನ್ನೇ ಬಳಸೋಣ.

೪. ಈಗಾಗಲೇ ಹಿಂದೆ ಅನೇಕ ಭಾಷಾ ಪ್ರೇಮಿ ಸಹೃದಯರು ಬರೆದಿರುವ ಪುಸ್ತಕಗಳ ಅಭ್ಯಾಸ ಬರವಣಿಗೆಗೆ ಸಹಾಯಕವಾಗಲಿ.

೫. ಅಧ್ಯಾಯದ ಕೊನೆಯಲ್ಲಿ ಕೊಡುವ ಅಭ್ಯಾಸ ವಿಷಯಗಳು ಪಠ್ಯಪುಸ್ತಕದ ತಿರುಳು. ಲೆಕ್ಕಗಳು ಪಠ್ಯವಿಷಯದಲ್ಲಿನ ವೈಜ್ಞಾನಿಕ ಸೂತ್ರಗಳನ್ನು, ಪರಿಕಲ್ಪನೆಗಳನ್ನು ಇನ್ನಷ್ಟು ಚೆನ್ನಾಗಿ ಗ್ರಹಿಸಲು ನೆರವಾಗುವಂತಿರಲಿ. ವಿದ್ಯಾರ್ಥಿಯ ಸೂಕ್ಷ್ಮತೆ, ಜಾಣ್ಮೆಯನ್ನು ಚುರುಕುಗೊಳಿಸುವಂತಿರಲಿ.

ನಮ್ಮ ಎಲ್ಲಾ ಲೇಖಕರೂ ಈ ಸಾಮಾನ್ಯ ಮಾರ್ಗದರ್ಶಿ ಸೂತ್ರಗಳನ್ನು ಎಚ್ಚರಿಕೆಯಿಂದ ಪಾಲಿಸಿದ್ದಾರೆ.

ಪಠ್ಯಪುಸ್ತಕವಾದ್ದರಿಂದ ಒಂದು ಸೀಮಿತ ಚೌಕಟ್ಟಿನೊಳಗೆ ಬರೆಯಬೇಕಾದದ್ದು ಅನಿವಾರ್ಯ. ವಿದ್ಯಾ ಇಲಾಖೆಯವರು ಸಿದ್ಧಪಡಿಸಿ ಅಧಿಕೃತವಾಗಿ ಪ್ರಕಟಿಸಿರುವ ಪಠ್ಯವಿಷಯವನ್ನು ಬೋಧಿಸಲು ಕಾಲಾವಧಿ ಕೂಡ ನಿರ್ಣಯವಾಗಿರುತ್ತದೆ. ಪಠ್ಯಪುಸ್ತಕವಾದ್ದರಿಂದ ಅದರಲ್ಲಿರುವುದರಲ್ಲಿ ಯಾವುದನ್ನು ಬೇಕಾದರೂ ಪರೀಕ್ಷೆಗೆ ಕೊಡಬಹುದಾಗಿದೆ. ವಿವರಣೆ ಹೆಚ್ಚಾದಲ್ಲಿ ಇರುವ ಕಾಲ ಸಾಕಾಗುವುದಿಲ್ಲ. ಹಾಗೆಂದು ಕಡಿಮೆ ಮಾಡಿದರೆ ವಿಷಯದ ಗ್ರಹಿಕೆ ಕಷ್ಟವಾಗುತ್ತದೆ. ಈ ಮಿತಿಯನ್ನು ದೃಷ್ಟಿಯಲ್ಲಿಟ್ಟುಕೊಂಡು ಪಠ್ಯ ವಿಷಯಗಳನ್ನು ನಿರೂಪಿಸಲಾಗಿದೆ.

ಉನ್ನತ ವ್ಯಾಸಂಗಕ್ಕೆ ಹೋಗಲಿರುವ ವಿದ್ಯಾರ್ಥಿಗಳಿಗೆ ವಿಜ್ಞಾನ ಪಾಠದಲ್ಲಿ ಅಗತ್ಯವೂ ಮತ್ತು ಅನಿವಾರ್ಯವೂ ಆದ ಸಂಕೇತಗಳ ಬಳಕೆಯಲ್ಲಿ ಗೊಂದಲವಿರಬಾರದು. ಹೀಗಾಗಿ ಅಂತರರಾಷ್ಟ್ರೀಯವಾಗಿ ಬಳಕೆಯಲ್ಲಿರುವ ಸಂಕೇತಗಳು, ಪೂರ್ವ ಪ್ರತ್ಯಯಗಳು, ವಿಶೇಷವಾಗಿ ಬಳಕೆಯಲ್ಲಿರುವ ಹೆಸರುಗಳನ್ನು ಹಾಗೆಯೇ ಉಳಿಸಿಕೊಂಡಿದೆ. ಇದರಿಂದಾಗಿ ಈ ಹಿಂದೆ ಕೆಲವು ಲೇಖಕರುಗಳು ಬಳಸಿದ್ದ ಸಂಕೇತಗಳನ್ನು ಕೈ ಬಿಡಲಾಗಿದೆ. ಉದಾಹರಣೆಗೆ ರಶ್ಮಿಭಂಗ ಮತ್ತು ಅದರ ನಿರೂಪಣೆಗೆ ಬಳಸುತ್ತಿದ್ದ ಚಿಹ್ನೆ. ಇವಕ್ಕೆ ಬದಲಾಗಿ ವಕ್ರೀಭವನಾಂಕ ಮತ್ತು n ಸಂಕೇತವನ್ನು ಬಳಸಿದೆ. ಅನುಬಂಧದಲ್ಲಿ ಕನ್ನಡ–ಇಂಗ್ಲಿಷ್ ಪಾರಿಭಾಷಿಕ ಶಬ್ದಕೋಶವನ್ನು ಕೊಡಲಾಗಿದೆ. ವಿಜ್ಞಾನಿಗಳ ಹೆಸರನ್ನು ಕನ್ನಡದಲ್ಲಿ ಬರೆಯುವಾಗ ಅದರ ಸರಿಯಾದ ಉಚ್ಚಾರಣೆಗೆ ಗೌರವ ನೀಡಿ ಆದಷ್ಟು ಕಡಿಮೆ ವ್ಯತ್ಯಾಸದಲ್ಲಿ ಬಳಸಿದೆ. ಉದಾಹರಣೆಗೆ ಪ್ರೆವೊ (Prevost) ಕಿರ್ಕಾಫ್ (Kirchhoff), ಕಾರ್ನೋ (Carnot). SI ಮಾನ ಮತ್ತು ಅದರ ಅಂಗವಾದ CGS ಮಾನಕ್ಕೆ ಮಾತ್ರ ಪ್ರಾಶಸ್ತ್ಯ ಕೊಟ್ಟಿದೆ. FPS ಬಳಕೆ ನಮ್ಮ ದೇಶದಲ್ಲಿ ಸಂಪೂರ್ಣವಾಗಿ ನಿಂತುಹೋಗಿದೆ.

ಕನ್ನಡ ಮಾಧ್ಯಮದಲ್ಲಿ ಓದುವ ಮತ್ತು ಇಂಗ್ಲಿಷ್ ಮಾಧ್ಯಮದಲ್ಲಿ ಓದುತ್ತಿದ್ದರೂ ಪರಿಕಲ್ಪನೆಗಳ ಗ್ರಹಿಕೆಗಾಗಿ ಕನ್ನಡ ಪಠ್ಯಪುಸ್ತಕವನ್ನು ಬಳಸುವ ನಮ್ಮ ವಿದ್ಯಾರ್ಥಿಗಳು ಅಖಿಲ ಭಾರತ ಸ್ಪರ್ಧಾತ್ಮಕ ಪರೀಕ್ಷೆಗಳಲ್ಲಿ ಹಿಂದೆ ಬೀಳಬಾರದು. ಅವರಿಗಾಗಿ ಮತ್ತು ಕಲಿಯುವುದನ್ನು ಪ್ರೀತಿಸುವ ಕನ್ನಡ ಜಾಣರಿಗಾಗಿ ವಿಶೇಷ ಪ್ರಶ್ನೆಗಳನ್ನು ಅನುಬಂಧದಲ್ಲಿ ಕೊಡಲಾಗಿದೆ. ಇವು ತರಗತಿಯಲ್ಲಿ, ಕಾಲೇಜಿನ ವಿಜ್ಞಾನ ಸಂಘದ ಚಟುವಟಿಕೆಗಳಲ್ಲಿ ವ್ಯಾಪಕವಾಗಿ ಚರ್ಚಿಸಲು ಯೋಗ್ಯವಾಗಿವೆ. ಪಾಠದ ಕೊನೆಯಲ್ಲಿ ಕೊಟ್ಟಿರುವ ಅಭ್ಯಾಸದಲ್ಲಿನ ಪ್ರಶ್ನೆಗಳು ಪರೀಕ್ಷೆಗಾಗಿ ಮಾತ್ರ; ಅನುಬಂಧದಲ್ಲಿನ ಪ್ರಶ್ನೆಗಳು ಭೌತಶಾಸ್ತ್ರದ ಅಭ್ಯಾಸ ಕೊಡಬಹುದಾದ ಆನಂದಕ್ಕೆ, ರೋಮಾಂಚಕಾರಿ ಅನುಭವಕ್ಕೆ ಪೂರಕವಾಗಲೆಂದು ಮಾತ್ರ.

ಇದೇ ರೀತಿ ಅನುಬಂಧದಲ್ಲಿ ಪದವಿಪೂರ್ವ ಶಿಕ್ಷಣ ಇಲಾಖೆಯು ಕೊಟ್ಟಿರುವ ಪ್ರಶ್ನೆಪತ್ರಿಕೆಗಳನ್ನು ನಿರ್ಮಿಸುವಾಗ ಅನುಸರಿಸಬೇಕಾದ ನೀತಿಯನ್ನು ಕೋಷ್ಟಕ ರೂಪದಲ್ಲಿ ಕೊಟ್ಟಿದೆ. ಪ್ರಯೋಗಶಾಲೆಯಲ್ಲಿನ ಅಭ್ಯಾಸಕ್ಕಾಗಿ ಒಂದು ಕೈಪಿಡಿ ಕೂಡ ಸಿದ್ಧವಾಗಿದೆ. ಪಠ್ಯಪುಸ್ತಕದ ಜೊತೆಗೆ ಇದನ್ನೂ ಕೊಡಲಾಗುತ್ತದೆ. ಪ್ರತ್ಯೇಕವಾಗಿ ಹಣಕೊಡಬೇಕಾಗಿಲ್ಲ.

ಲೇಖಕರನ್ನು ಪರಿಚಯಿಸುವುದು ಹಾಗೂ ತಜ್ಞರ ಸಮಿತಿಯ ಆಯ್ಕೆಯಿಂದ ಹಿಡಿದು ಎಲ್ಲಾ ಹಂತಗಳಲ್ಲಿಯೂ ಕನ್ನಡ ವಿಶ್ವವಿದ್ಯಾಲಯದ ಆಡಳಿತವರ್ಗದವರ ನೆರವನ್ನು ಕೃತಜ್ಞತೆಯಿಂದ ಸ್ಮರಿಸುತ್ತೇನೆ. ಕರಡು ಪ್ರತಿ ಸಿದ್ಧವಾದೊಡನೆಯೆ ಈಗಾಗಲೇ ಕನ್ನಡ ಮಾಧ್ಯಮದಲ್ಲಿ ಕಲಿಸುತ್ತಿರುವ ಅಧ್ಯಾಪಕರೊಂದಿಗೆ ಚರ್ಚಿಸಿ ಸೂಕ್ತ ತಿದ್ದುಪಡಿ ತರಲು ನೆರವಾದದ್ದನ್ನು ಇಲ್ಲಿ ಸ್ಮರಿಸಿಕೊಳ್ಳಬೇಕು. ಹಾಗೆಯೇ ಅತ್ಯಂತ ಕಡಿಮೆ ಸಮಯದಲ್ಲಿ ಪುಸ್ತಕದಲ್ಲಿ ಬಳಸಿರುವ ಚಿತ್ರಗಳನ್ನು ಸುಂದರವಾಗಿ ಬರೆದುಕೊಟ್ಟ ಕು|| ಹರ್ಷಾ ಆರ್. ರಾವ್ ಅವರಿಗೆ, ನನ್ನ ಕೃತಜ್ಞತೆಗಳು. ಲೇಖನಗಳನ್ನು ಬರೆದುಕೊಟ್ಟ ಅಧ್ಯಾಪಕ ಮಿತ್ರರಿಗೆ, ತಜ್ಞ ಸಮಿತಿಯ ಸದಸ್ಯರಾಗಿ ಪುಸ್ತಕ ನಿರ್ಮಾಣದ ವಿವಿಧ ಹಂತಗಳಲ್ಲಿ ಸಲಹೆ, ಸಹಕಾರ ನೀಡಿ; ಅನಿವಾರ್ಯವೆನಿಸಿದಾಗ ಪಠ್ಯವಿಷಯದ ಕೆಲವು ಭಾಗಗಳನ್ನು ಬರೆದುಕೊಟ್ಟ ಸಮಿತಿಯ ಸದಸ್ಯರಿಗೆ ನನ್ನ ಕೃತಜ್ಞತೆಗಳು. ಡಿ.ಟಿ.ಪಿ ಮತ್ತು ಮುದ್ರಣ ಮಾಡಿಕೊಟ್ಟ ನೇತ್ರಾ ಪ್ರಿಂಟರ್ಸ್‌ನ ಎಲ್ಲ ಕೆಲಸಗಾರರಿಗೆ ನಾನು ಕೃತಜ್ಞ.

ಈ ಯೋಜನೆಯಲ್ಲಿ ಪಾಲ್ಗೊಳ್ಳಲು ಅವಕಾಶ ಕಲ್ಪಿಸಿಕೊಟ್ಟ ಕನ್ನಡ ವಿಶ್ವವಿದ್ಯಾಲಯದ ಕುಲಪತಿಗಳಾದ ಡಾ. ಚಂದ್ರಶೇಖರ ಕಂಬಾರ ಅವರಿಗೂ, ನಮ್ಮೊಡನೆ ಉದ್ದಕ್ಕೂ ಈ ಪಠ್ಯಪುಸ್ತಕ ರಚನೆಯಲ್ಲಿ ಸಹಕರಿಸಿದ ಕನ್ನಡ ವಿಶ್ವವಿದ್ಯಾಲಯದ ಸಂಕಲನಗಳ ವಿಭಾಗದ ರೀಡರ್ ಡಾ. ಎಚ್. ಎಸ್. ಶ್ರೀಮತಿ ಅವರಿಗೂ, ಈ ಪುಸ್ತಕವನ್ನು ಪ್ರಕಟಿಸುವಲ್ಲಿ ಸಹಕರಿಸಿದ ಪ್ರಸಾರಾಂಗದ ನಿರ್ದೇಶಕರಾದ ಡಾ. ಕರೀಗೌಡ ಬೀಚನಹಳ್ಳಿ ಅವರಿಗೂ ಸಮಿತಿಯ ಪರವಾಗಿ ಹೃತ್ಪೂರ್ವಕ ವಂದನೆಗಳು.

ಪ್ರೊ. ಎಚ್. ಆರ್. ರಾಮಕೃಷ್ಣರಾವ್
ಮುಖ್ಯ ಸಂಪಾದಕರು

ಪರಿವಿಡಿ

೧

ಪೀಠಿಕೆ

1.1 ಭೌತಶಾಸ್ತ್ರವೆಂದರೇನು ?

ಅನಾದಿ ಕಾಲದಿಂದ ನೈಸರ್ಗಿಕ ಘಟನೆಗಳಿಗೆ ಮನುಷ್ಯನ ಪ್ರತಿಕ್ರಿಯೆ ಬದಲಾಗುತ್ತಾ ಬಂದಿದೆ. ಪ್ರಕೃತಿಯಲ್ಲಿನ ವೈವಿಧ್ಯತೆ, ಪುನರಾವೃತ್ತಿಯನ್ನು ಸೂಕ್ಷ್ಮವಾಗಿ ಗಮನಿಸುತ್ತಾ ಅವುಗಳ ಹಿಂದಿನ ಶಕ್ತಿಯನ್ನು ಹುಡುಕುವ ಪ್ರಯತ್ನವೇ ವೈಜ್ಞಾನಿಕ ವಿಧಾನದ ಮೂಲ ಪಾಠ. ತೀವ್ರ ಅಧ್ಯಯನದ ಪರಿಣಾಮವಾಗಿ ಬೆಳಕಿಗೆ ಬಂದ ತತ್ತ್ವವೇ ಅತ್ಯಂತ ಮಹತ್ವಪೂರ್ಣವಾದ "ಕಾರ್ಯ-ಕಾರಣತತ್ವ." ಈ ತತ್ವವು ಸಮಸ್ತ ಜಡಪ್ರಕೃತಿಯನ್ನು ಆವರಿಸಿಕೊಂಡಿದ್ದು ವೈಜ್ಞಾನಿಕ ಮನೋಭಾವಕ್ಕೆ ತಳಹದಿಯಾಯಿತು. ಕಾರ್ಯದಿಂದ ಸಂಪೂರ್ಣವಾಗಿ ಪ್ರತ್ಯೇಕಿಸಬಹುದಾದ ಕಾರಣವೊಂದು ಆಯಾ ಸನ್ನಿವೇಶದಲ್ಲಿ ಯಾವಾಗಲೂ ಆಯಾ ಪರಿಣಾಮಗಳನ್ನು ಉಂಟುಮಾಡುವುದನ್ನು ಗುರುತಿಸಲಾಯಿತು. ಈ ಪರಿಣಾಮಗಳು ಅಚಲವಾದ ಹಾಗೂ ಅತಿ ಕಠೋರವಾದ ನಿಯಮಗಳಿಗೆ ಒಳಪಟ್ಟು, ತಮ್ಮ ಪೂರ್ವಕ್ಷಣದಲ್ಲಿದ್ದ ಸ್ಥಿತಿಗಳನ್ನೇ ಅವಲಂಬಿಸಿರುವುದು ವ್ಯಕ್ತವಾಯಿತು.

ನೈಸರ್ಗಿಕ ಘಟನೆಗಳಿಗೆ ಸಂಬಂಧಿಸಿದ ಅತಿಮುಖ್ಯವಾದ ಈ ಮೂಲ ಮಾರ್ಗದರ್ಶಕ ತತ್ವವನ್ನು ಸ್ಥಾಪಿಸಿದ ಕೀರ್ತಿ ಹದಿನೇಳನೆಯ ಶತಮಾನಕ್ಕೆ ಸಲ್ಲುತ್ತದೆ. ಇದೇ ಗೆಲಿಲಿಯೋ ಮತ್ತು ನ್ಯೂಟನ್ ಜೀವಿಸಿದ್ದ ಮಹಾಶತಮಾನ. ನೈಸರ್ಗಿಕ ಘಟನೆಗಳ ಹಿಂದಿನ ಸಾರ್ವತ್ರಿಕ ನಿಯಮಗಳನ್ನು ಗುರುತಿಸಿ, ಅವುಗಳನ್ನು ನಿಖರವಾದ ಗಣಿತದ ಪರಿಭಾಷೆಯಲ್ಲಿ ತಿಳಿಸುವ ಪ್ರಯತ್ನಮಾಡಿದ ಕೀರ್ತಿ ನ್ಯೂಟನ್ನನಿಗೆ ಸಲ್ಲುತ್ತದೆ. ಭೌತವಿಶ್ವದಲ್ಲಿನ ಘಟನೆಗಳ ಮೂಲನಿಯಮಗಳನ್ನು ಅತ್ಯಂತ ಸರಳವಾದ ಸೂತ್ರಗಳಿಂದ ವಿವರಿಸುವ ಜ್ಞಾನ-ಶಾಖೆಯೇ, ಭೌತಶಾಸ್ತ್ರ.

ವಿಜ್ಞಾನದ ಸೃಷ್ಟಿ, ಅದು ಬೆಳೆದು ಬಂದ ರೀತಿಯನ್ನು ಸ್ಥೂಲವಾಗಿ ಹೀಗೆ ಗುರುತಿಸಬಹುದು. ನಮ್ಮ ಪೂರ್ವಜರು ಗುಹೆಗಳಲ್ಲಿ ವಾಸಿಸುತ್ತಿದ್ದಾಗಲೇ ರಾತ್ರಿಯಾಕಾಶದ ಅನಂತವೂ, ಗಂಭೀರವೂ ಆದ ವೈಶಾಲ್ಯ; ಚಂದ್ರನ ವೃದ್ಧಿಕ್ಷಯಗಳು, ಪೂರ್ವದಲ್ಲಿ ಮೂಡಿ ಪಶ್ಚಿಮದಲ್ಲಿ ಮುಳುಗುವ ನಕ್ಷತ್ರಗಳ ಮೆರವಣಿಗೆ, ನಕ್ಷತ್ರವೃಂದಗಳ ವಿವಿಧಾಕೃತಿಗಳು ಅವರನ್ನು ಬೆರಗುಗೊಳಿಸಿ, ಅವರ ಕುತೂಹಲವನ್ನು ಕೆರಳಿಸಿರಬೇಕು.

ಅವುಗಳ ವೀಕ್ಷಣೆ ಅವರಲ್ಲಿ ಋತುನಿಯಮಗಳ ತಿಳಿವು ಮೂಡಿಸಿರಬೇಕು. ವೀಕ್ಷಣೆ ಹಾಗೂ ಪ್ರಯೋಗಗಳಿಂದ ಅಂಕಿ ಅಂಶಗಳನ್ನು ಸಂಗ್ರಹಿಸಿ ಅವನ್ನೆಲ್ಲ ಸಾಮಾನ್ಯೀಕರಿಸುವಂತಹ ಪರಿಕಲ್ಪನೆಯಲ್ಲಿ ಜೋಡಿಸುವ ವೈಜ್ಞಾನಿಕ ವಿಧಾನ ಬೆಳೆದು ಬಂದಿರಬೇಕು. ಇಂತಹ ಕಲ್ಪನೆ ಹೊಸ ಪ್ರಯೋಗಗಳಿಗೆ ದಾರಿ ತೋರಿಸುತ್ತದೆ. ಪ್ರಯೋಗಗಳು ಹೊರಗೆಡಹುವ ಸಂಗತಿಗಳನ್ನು ಪರಿಕಲ್ಪನೆ (Concept) ವಿವರಿಸಬಲ್ಲದಾದರೆ ಅದರಿಂದ ಒಂದು ಸಿದ್ಧಾಂತ (Theory) ಸೃಷ್ಟಿಯಾಗುತ್ತದೆ. ಸಿದ್ಧಾಂತವನ್ನು ಮತ್ತೆ ಮತ್ತೆ ಪ್ರಯೋಗಗಳಿಂದ ಪರೀಕ್ಷಿಸಿನೋಡಬೇಕು, ಇದರ ಪರಿಣಾಮವಾಗಿ ನಿಯಮಗಳನ್ನು(Laws) ಪ್ರತಿಪಾದಿಸಬೇಕು. ಒಂದು ಪ್ರಯೋಗ ಸಿದ್ಧಾಂತಕ್ಕೆ ವಿರೋಧವಾಗಿ ಹುಟ್ಟಿಕೊಂಡರೂ ಸಿದ್ಧಾಂತವನ್ನು ತಕ್ಕಂತೆ ತಿದ್ದಬೇಕು, ವಿಸ್ತರಿಸಬೇಕು. ಇದಕ್ಕೆ ಅನುಗಮನಮಾರ್ಗವೆಂದು ಹೆಸರು. ವೈಜ್ಞಾನಿಕ ವಿಧಾನದಲ್ಲಿ ಅಂತಿಮ ಸತ್ಯ, ಪರಮ ಸತ್ಯ ಎಂಬ ಮಾತುಗಳಿಗೆ ಅರ್ಥವಿಲ್ಲ, ಅದಕ್ಕೆ ವಿಜ್ಞಾನದಲ್ಲಿ ಸ್ಥಾನವಿಲ್ಲ. ವೀಕ್ಷಣೆ, ಚಿಂತನೆ, ಪರಿಕಲ್ಪನೆ, ಸಿದ್ಧಾಂತ ಮತ್ತು ವಿಶ್ವನಿಯಮಗಳಿಗೆ ಸ್ಪಂದಿಸಿದಾಗ ಮಾತ್ರ ಭೌತಶಾಸ್ತ್ರದ ಅಭ್ಯಾಸ ಆಪ್ಯಾಯಮಾನವಾಗಿರುತ್ತದೆ, ರೋಮಾಂಚಕಾರಿ ಅನುಭವವಾಗುತ್ತದೆ.

ಯಾವುದೇ ಸಮಾಜದಲ್ಲಿನ ತಾಂತ್ರಿಕ ಅಭಿವೃದ್ಧಿಗೂ, ಭೌತಶಾಸ್ತ್ರದ ಬೆಳವಣಿಗೆಗೂ ನಿಕಟಸಂಬಂಧವಿದೆ. ಉಗಿಯಂತ್ರ ಮತ್ತು ಉಷ್ಣ ಹಾಗೂ ಉಷ್ಣಚಲನಶಾಸ್ತ್ರಗಳ ಆಳವಾದ ಅಭ್ಯಾಸವು ಕೈಗಾರಿಕಾ ಕ್ರಾಂತಿಗೆ ನಾಂದಿಯಾಯಿತು. ಚಲನಶಾಸ್ತ್ರ, ಉಷ್ಣಚಲನಶಾಸ್ತ್ರ ಮತ್ತು ದ್ಯುತಿವಿಜ್ಞಾನಗಳು 19ನೇ ಶತಮಾನದ ಅಂತ್ಯದ ವೇಳೆಗೆ ಒಂದು ನಿರ್ದಿಷ್ಟ ಹಂತದಲ್ಲಿ ನಿಲ್ಲುತ್ತವೆ. ಇಪ್ಪತ್ತನೆಯ ಶತಮಾನದಲ್ಲಿ ರೂಪುಗೊಂಡ ಭೌತಶಾಸ್ತ್ರದ ಅಭ್ಯಾಸಕ್ಕೆ ಇವು ತಳಹದಿ. ಭೌತಶಾಸ್ತ್ರದ ಮೊದಲ ಹಂತದ ಅಭ್ಯಾಸಕ್ಕೆ ಈ ಪ್ರಕರಣಗಳ ಕೆಲವು ಭಾಗಗಳನ್ನು ಪಠ್ಯವಿಷಯದಲ್ಲಿ ಸೇರಿಸಲಾಗಿದೆ.

ವಿಶ್ವದಲ್ಲಿನ ದ್ರವ್ಯ ಮತ್ತು ಶಕ್ತಿಗಳು, ಹಾಗೂ ಅವುಗಳಿಗಿರುವ ಸಂಬಂಧದ ಅಭ್ಯಾಸಕ್ಕೆ ಮಾಪನ ಅಥವಾ ಅಳತೆಗಳೇ ಮೂಲಾಧಾರ. ಪರಿಕಲ್ಪನೆಗಳಿಗೆ ಮಹತ್ವಬರುವುದು ಅವುಗಳು ಪ್ರಾಯೋಗಿಕ ನೆಲೆಗಟ್ಟಿನಲ್ಲಿ ಭದ್ರವಾಗಿ ನಿಂತಾಗ ಮಾತ್ರ. ಈ ಚೌಕಟ್ಟಿನಲ್ಲಿ ರೂಪುಗೊಂಡ ವಿಶ್ವನಿಯಮಗಳನ್ನು ನಿಖರವಾಗಿ ತಿಳಿಸಲು ಗಣಿತದ ಭಾಷೆಯನ್ನು ಬಳಸಲಾಗಿದೆ. ವಿಷಯದ ಗ್ರಹಿಕೆಗೆ ಅಗತ್ಯವಿರುವಷ್ಟು ಗಣಿತದ ಪರಿಚಯವನ್ನು ಅನುಬಂಧದಲ್ಲಿ ಕೊಡಲಾಗಿದೆ. ಅಂತರರಾಷ್ಟ್ರೀಯ ಪ್ರಮಾಣಶಾಖೆಯ ಸಲಹೆಯಂತೆ SI ಮಾನಗಳು, ಸಂಕೇತಗಳು ಮತ್ತು ಸಂಕ್ಷಿಪ್ತರೂಪಗಳನ್ನು ಮಾತ್ರ ಪಠ್ಯಪುಸ್ತಕದಲ್ಲಿ ಬಳಸಲಾಗಿದೆ. CGS ಮತ್ತು FPS ಮಾನಗಳನ್ನು ಹೋಲಿಕೆಗಾಗಿ ಅಗತ್ಯವಿರುವ ಕಡೆ ಮಾತ್ರ ಕೊಡಲಾಗಿದೆ.

ಅಭ್ಯಾಸ

ಇಲ್ಲಿನ ಪ್ರಶ್ನೆಗಳು ವಿಷಯದ ಗ್ರಹಿಕೆಗೆ ಸಹಾಯವಾಗುವುದರಿಂದ ತರಗತಿಯಲ್ಲಿ ಚರ್ಚಿಸಲು ಮಾತ್ರ ಯೋಗ್ಯವಾಗಿವೆ.

1. ವೈಜ್ಞಾನಿಕ ವಿಧಾನ ಮತ್ತು ಗುರಿಗಳನ್ನು ತಿಳಿಸುವ ಟಿಪ್ಪಣಿ ಬರೆಯಿರಿ.

2. "ಅಪರಿಮಿತವಾದ ವಿಶ್ವ ನಿಯಮಗಳನ್ನು ಪರಿಮಿತವೆನ್ನಬಹುದಾದ ಮಾನವ ಪ್ರಯತ್ನದಿಂದ ಗ್ರಹಿಸಬಹುದೆಂಬುದೇ ಆಶ್ಚರ್ಯದ ಸಂಗತಿ." ಈ ವಾಕ್ಯವನ್ನು ಚರ್ಚಿಸಿ.

3. "ವೈಜ್ಞಾನಿಕ ಸಿದ್ಧಾಂತವು ಸಂಪ್ರದಾಯಕ್ಕೆ ವಿರೋಧವಾದ ಅಭಿಪ್ರಾಯವಾಗಿ ಜನ್ಮತಾಳಿ ಕೊನೆಗೆ ವಿಚಾರಕ್ಕೆಡೆಗೊಡದ ನಂಬಿಕೆಯಲ್ಲಿ ಮುಕ್ತಾಯವಾಗುತ್ತದೆ." ಚರ್ಚಿಸಿ.

4. ಭಾರತದಲ್ಲಿ ವಿಜ್ಞಾನ ವ್ಯಾಸಂಗ ವ್ಯಾಪಕವಾಗಿದ್ದರೂ ವಿಶ್ವದ ಬೇರೆಡೆಗಳಿಗೆ ಹೋಲಿಸಿದಾಗ ಈ ದೇಶದಲ್ಲಿ ಸಾಕಷ್ಟು ಸೃಜನಾತ್ಮಕ ಕೆಲಸ ವಿಜ್ಞಾನ ಕ್ಷೇತ್ರದಲ್ಲಿ ಆಗಿಲ್ಲ ಅನ್ನುವುದನ್ನು ಕೇಳುತ್ತಿರುತ್ತೇವೆ. ಇದು ಎಷ್ಟರ ಮಟ್ಟಿಗೆ ಸತ್ಯ, ಚರ್ಚಿಸಿ.

5. ಗಣಿತ, ಖಗೋಳಶಾಸ್ತ್ರ, ತಂತ್ರಜ್ಞಾನ, ಭಾಷಾಶಾಸ್ತ್ರ, ತರ್ಕ ಮತ್ತು ನೀತಿಶಾಸ್ತ್ರಗಳಲ್ಲಿ ಸಾವಿರಾರು ವರ್ಷಗಳ ಪಾರಂಪರ್ಯವಿದ್ದರೂ ನಮ್ಮ ದೇಶದಲ್ಲಿ ಅಂಧಶ್ರದ್ಧೆ ಮೂಢನಂಬಿಕೆಗಳು ಈಗಲೂ, ವಿದ್ಯಾವಂತರಲ್ಲಿ ಕೂಡ, ಹೇರಳವಾಗಿವೆ. ಈ ಮನೋಭಾವವನ್ನು ಹೋಗಲಾಡಿಸಿ ವೈಚಾರಿಕತೆ ಮೂಡಿಸಲು ಯಾವ ಕಾರ್ಯಗಳನ್ನು ಯೋಜಿಸಲು ಸಾಧ್ಯ, ಚರ್ಚಿಸಿ.

1.2.1 SI ಏಕಮಾನಗಳು

ಭೌತವಿಶ್ವದಲ್ಲಿನ ದ್ರವ್ಯ ಮತ್ತು ಶಕ್ತಿಗಳು ಹಾಗೂ ಅವುಗಳಿಗಿರುವ ಪರಸ್ಪರ ಸಂಬಂಧಗಳ ನಿರೂಪಣೆಗೆ ಮಾಪನ ಅಥವಾ ಅಳತೆಯೇ ಆಧಾರ. ಒಂದೊಂದು ಭೌತಗುಣದ ಅಳತೆಗೂ ಅನೇಕ ಮಾನಗಳು ಬೇಕಾಗುವುದು ಸಹಜ. ಇದಕ್ಕಾಗಿ ಯಾವುದಾದರೂ ಒಂದು ಪ್ರಮಾಣ ಅಥವಾ ಮಾನದಂಡವನ್ನು ಒಪ್ಪಿಕೊಂಡು ಬೇರೆ ಅಳತೆಗಳನ್ನು ಅದಕ್ಕೆ ಹೋಲಿಸುವ ವಿಧಾನವನ್ನು ಅನುಸರಿಸಲಾಗಿದೆ. ಹೋಲಿಕೆಗಾಗಿ ಬಳಸುವ ಮಾನದಂಡವನ್ನು ಮೂಲಮಾನ (Unit) ವೆಂದು ಕರೆಯಲಾಗುತ್ತದೆ. ಅಳೆಯಬೇಕಾದ ಭೌತಗುಣಗಳು ಅಗಾಧವಾಗಿದ್ದರೂ ಕೆಲವೇ ಮೂಲಮಾನಗಳನ್ನು ಬಳಸಿ ಅವುಗಳೆಲ್ಲವನ್ನೂ ಅಳೆಯಲು ಸಾಧ್ಯ. ಉದ್ದ, ದ್ರವ್ಯರಾಶಿ ಮತ್ತು ಕಾಲಗಳ ಮೂಲಮಾನಗಳನ್ನು ಆಧಾರವಾಗಿಟ್ಟುಕೊಂಡು ಉಳಿದ ಮಾನಗಳನ್ನು ಕಂಡುಹಿಡಿಯಲು ಸಾಧ್ಯ. ಇವುಗಳಿಗೆ ಉತ್ಪನ್ನಮಾನಗಳೆಂದು ಹೆಸರು. ಉದಾಹರಣೆಗೆ ಜವ (Speed)ದ ಅಳತೆಗೆ ಕ್ರಮಿಸಿದ ದೂರ ಮತ್ತು ತೆಗೆದುಕೊಂಡ ಕಾಲದ ಮಾಹಿತಿ ಬೇಕು. ಜವದ ಅಳತೆಗಾಗಿ ಮತ್ತೊಂದು ಮಾನವನ್ನು ಸೃಷ್ಟಿಸದೆ ಅದನ್ನು ಉದ್ದ ಮತ್ತು ಕಾಲದ ಮೂಲಮಾನಗಳಲ್ಲಿ ಹೇಳಬಹುದು. ಇದನ್ನು ಮೀಟರ್/ ಸೆಕೆಂಡ್ ಎಂದು ಹೇಳಲಾಗುತ್ತದೆ. ಈ ಸೂತ್ರದ ಆಧಾರದ ಮೇಲೆ ಮೂರು ಪ್ರಮುಖ ಅಳತೆಯ ಪದ್ಧತಿಗಳು ಬಳಕೆಗೆ ಬಂದವು. ಇವುಗಳಿಗೆCGS, FPS ಮತ್ತು MKS ಪದ್ಧತಿಗಳೆಂದು ಹೆಸರು. ಈ ಪದ್ಧತಿಗಳಲ್ಲಿನ ಮೂಲಮಾನಗಳನ್ನು ಕೆಳಗಿನ ಪಟ್ಟಿಯಲ್ಲಿ ಕೊಟ್ಟಿದೆ.

ಅಳತೆಯಪದ್ಧತಿ	ಮೂಲಮಾನಗಳು		
	ಉದ್ದ	ದ್ರವ್ಯರಾಶಿ	ಕಾಲ
CGS	ಸೆಂಟಿಮೀಟರ್	ಗ್ರಾಂ	ಸೆಕೆಂಡ್
FPS	ಅಡಿ	ಪೌಂಡ್	ಸೆಕೆಂಡ್
MKS	ಮೀಟರ್	ಕಿಲೋಗ್ರಾಂ	ಸೆಕೆಂಡ್

1960 ರಿಂದ, ಉದ್ದದ ಮೂಲಮಾನವಾದ ಮೀಟರ್‌ಅನ್ನು ಬೆಳಕಿನ ತರಂಗದೂರದ ಲೆಕ್ಕದಲ್ಲಿ ವಿವರಿಸಲಾಗಿದೆ. ಕ್ರಿಪ್ಟಾನ್-86 ಧಾತು ಹೊರಚಿಮ್ಮುವ ಬೆಳಕಿನಲ್ಲಿ ಅನೇಕ ಬಣ್ಣಗಳಿವೆ. ಅದರಲ್ಲಿ ಒಂದಾದ ಕಿತ್ತಲೆ-ಕೆಂಪು ಬಣ್ಣದ ತರಂಗದೂರ 6057.8021Å. ಒಂದು ಮೀಟರ್ = 1,650,763.73 ತರಂಗದೂರಗಳು.

ದ್ರವ್ಯರಾಶಿಯು ಭೌತವಸ್ತುವಿನ ಮೂಲ ಲಕ್ಷಣ. ಇದು ವಸ್ತುವಿನ ಜಡತ್ವದ ಅಳತೆಯೂ ಆಗಿದೆ. SI ಪದ್ಧತಿಯಲ್ಲಿ ಇದರ ಮಾಲಮಾನ ಕಿಲೋಗ್ರಾಂ.

ಸೆವರ್ಸ್ ಎಂಬುದು ಫ್ರಾನ್ಸ್‌ದೇಶದ ಒಂದು ನಗರ. ಅಲ್ಲಿ ತೂಕ ಮತ್ತು ಅಳತೆಯ ಅಂತರರಾಷ್ಟ್ರೀಯ ಸಂಸ್ಥೆಯೊಂದಿದೆ. ಹವಾಮಾನದಲ್ಲಿ ವ್ಯತ್ಯಾಸವಾದಾಗ ಬದಲಾಗದಂತಹ ಪ್ಲಾಟಿನಂ ಮತ್ತು ಇರಿಡಿಯಂ ಲೋಹಗಳಿಂದ ಮಾಡಿದ ಒಂದು ಸಲಾಕೆ ಅಲ್ಲಿದೆ. ಈ ಸಲಾಕೆಯ ಕೊನೆಗಳಲ್ಲಿ ಗುರುತಿಸಿರುವ ಎರಡು ಸಮಾನಾಂತರ ಗೆರೆಗಳ ನಡುವಣ ಉದ್ದ 0^0C ಉಷ್ಣತೆಯಲ್ಲಿ ಒಂದು ಮೀಟರ್ ಎಂದು ನಿಗದಿಯಾಗಿದೆ. ಇದೇ ಸಂಸ್ಥೆಯಲ್ಲಿ ಪ್ಲಾಟಿನಂ ಮತ್ತು ಇರಿಡಿಯಂ ಲೋಹಗಳಿಂದ ಮಾಡಿದ ಒಂದು ವರ್ತುಲಕಾಂಡವನ್ನು ಇಟ್ಟಿದೆ. ಇದರ ದ್ರವ್ಯರಾಶಿ ಒಂದು ಕಿಲೋಗ್ರಾಂ. ಅದರ ಸಾವಿರದ ಒಂದನೆಯ ಭಾಗವೇ ಗ್ರಾಂ.

ಒಂದು ಮಧ್ಯಾಹ್ನದಿಂದ ಮುಂದಿನ ಮಧ್ಯಾಹ್ನದವರೆಗಿನ ಕಾಲಕ್ಕೆ ಒಂದು ಸೌರದಿನವೆಂದು ಹೆಸರು. ಒಂದು ಸೌರದಿನದ 86,400 ನೆಯ ಒಂದು ಭಾಗಕ್ಕೆ ಒಂದು ಸೌರಸೆಕೆಂಡು ಎಂದು ಹೆಸರು. ಈ ಕಾಲ ಎಲ್ಲ ಋತುಗಳಲ್ಲಿಯೂ ಒಂದೇ ಆಗಿಲ್ಲದಿರುವುದರಿಂದ ಅದರ ಸರಾಸರಿಯನ್ನು ಕಾಲದ ಅಳತೆಗೆ ಉಪಯೋಗಿಸಲಾಗುತ್ತದೆ. ಖಗೋಳವಿಜ್ಞಾನಿಗಳು ಕಾಲದ ಅಳತೆಗೆ ನಕ್ಷತ್ರದಿನವನ್ನು ಉಪಯೋಗಿಸುತ್ತಾರೆ. ಮೇಷರಾಶಿಯ ಆದಿಬಿಂದುವು ಮಧ್ಯಾಹ್ನರೇಖೆಯನ್ನು ದಾಟಿದ ಕ್ಷಣದಿಂದ ಮತ್ತೊಂದು ಬಾರಿ ಅದನ್ನು ದಾಟುವ ಅವಧಿಗೆ ಒಂದು ನಕ್ಷತ್ರದಿನವೆಂದು ಹೆಸರು. ಈ ಅವಧಿಯ 86,400 ನೆಯ ಅಂಶಕ್ಕೆ ಒಂದು ನಕ್ಷತ್ರಸೆಕೆಂಡು ಎಂದು ಹೆಸರು. ಒಂದು ಸೌರದಿನ ಒಂದು ನಕ್ಷತ್ರದಿನಕ್ಕಿಂತ 4 ನಿಮಿಷಗಳು ಜಾಸ್ತಿ. ಆಧುನಿಕ ವಿಜ್ಞಾನದಲ್ಲಿ ಇನ್ನೂ ಹೆಚ್ಚು ನಿಖರವಾದ ಅವಧಿಯನ್ನು ಹೋಲಿಕೆಗಾಗಿ ಬಳಸಲಾಗುತ್ತದೆ. ಇವನ್ನು ಸೀಸಿಯಂ ಗಡಿಯಾರ ಎಂದು ಕರೆಯಲಾಗುತ್ತದೆ.

ನಮ್ಮ ದೇಶದಲ್ಲಿ ತೂಕ ಮತ್ತು ಅಳತೆಗಳ ಹೋಲಿಕೆಯನ್ನು ನವದೆಹಲಿಯಲ್ಲಿರುವ ರಾಷ್ಟ್ರೀಯ ಭೌತಪ್ರಯೋಗಾಲಯದಲ್ಲಿ ಮಾಡಲಾಗುತ್ತದೆ.

ಭೌತಶಾಸ್ತ್ರವು ಬೆಳೆದಂತೆ ಭೌತಗುಣಗಳ ಅಳತೆಗೆ ಇನ್ನಷ್ಟು ಮೂಲಮಾನಗಳು ಅಗತ್ಯವಾಯಿತು. ಇಂತಹ ಅಗತ್ಯವನ್ನು ಪೂರೈಸಲು ವಿಶ್ವಾದ್ಯಂತ ಒಪ್ಪಿ ಬಳಸುತ್ತಿರುವ ಪದ್ಧತಿಗೆ SI ಎಂದು ಸಂಕ್ಷಿಪ್ತವಾಗಿ ಹೆಸರಿಸಲಾಗಿದೆ. ಇದು Systeme internationale d' Unites ಎಂಬ ಹೆಸರಿನ ಸಂಕ್ಷಿಪ್ತರೂಪ. ಈ ಪದ್ಧತಿಯಲ್ಲಿ ಏಳು ಮಾನಗಳನ್ನು ಬಳಸಲಾಗಿದೆ.

ಪಟ್ಟಿ 1.2.1 ರಲ್ಲಿ ಮೂಲಮಾನಗಳನ್ನೂ, ಪಟ್ಟಿ 1.2.2 ರಲ್ಲಿ ಕೆಲವು ಉತ್ಪನ್ನಿತ ಮಾನಗಳನ್ನೂ ತೋರಿಸಿದೆ.

ಪಟ್ಟಿ 1.2.1

ಭೌತಪರಿಮಾಣ	ಮೂಲಮಾನ	ಸಂಕೇತ
ಉದ್ದ	ಮೀಟರ್	m
ದ್ರವ್ಯರಾಶಿ	ಕಿಲೊಗ್ರಾಂ	kg
ಕಾಲ	ಸೆಕೆಂಡ್	s
ವಿದ್ಯುತ್‌ಪ್ರವಾಹ	ಆಂಪೇರ್	A
ಉಷ್ಣತೆ	ಕೆಲ್ವಿನ್	K
ದೀಪ್ತ ತೀಕ್ಷ್ಣತೆ	ಕ್ಯಾಂಡೆಲ	Cd
ವಸ್ತು ಪ್ರಮಾಣ	ಮೋಲ್	mol

ಈ ಮೂಲಮಾನಗಳಿಗೆ ಪೂರಕವಾಗಿ ಸಮತಲಕೋನದ ಅಳತೆಗೆ ರೇಡಿಯನ್ (rad) ಮತ್ತು ಘನಕೋನಕ್ಕೆ ಸ್ಟೆರೇಡಿಯನ್ (Sr) ಗಳನ್ನು ಸೇರಿಸಿದೆ.

ಪಟ್ಟಿ 1.2.2

ಭೌತಪರಿಮಾಣ	ಮಾನ	ಸಂಕೇತ	ಭೌತಪರಿಮಾಣ	ಮಾನ	ಸಂಕೇತ
ಬಲ	ನ್ಯೂಟನ್	N	ವಿದ್ಯುತ್‌ರೋಧ	ಓಮ್	Ω
ಕೆಲಸ, ಶಕ್ತಿ	ಜೂಲ್ ಅಥವಾ (ಜೌಲ್)	J	ಆವೃತ್ತಿ ಸಂಖ್ಯೆ	ಹರ್ಟ್ಜ್	Hz
ಸಾಮರ್ಥ್ಯ	ವಾಟ್	W	ಕಾಂತಫ್ಲಕ್ಸ್	ವೆಬೆರ್	Wb
ಒತ್ತಡ	ಪಾಸ್ಕಲ್	Pa	ಕಾಂತೀಯ ಪ್ರೇರಣೆ	ಟೆಸ್ಲಾ	T
ವಿದ್ಯುತ್‌ಆವೇಶ	ಕೂಲಾಮ್	C	ಧಾರಕತೆ	ಫ್ಯಾರಡ್	F
ವಿದ್ಯುತ್ ವಿಭವ	ವೋಲ್ಟ್	V	ಪ್ರೇರಕತೆ	ಹೆನ್ರಿ	H
ದೀಪನ	ಲಕ್ಸ್	lx	ದೀಪ್ತಫ್ಲಕ್ಸ್	ಲುಮೆನ್	lm

SI ಮಾನಗಳ ಭಿನ್ನಾಂಶ ಅಥವಾ ಗುಣಕಗಳನ್ನು ಬರೆಯುವಾಗ ಬಳಸುವ ಪೂರ್ವಪದಗಳನ್ನು ಪಟ್ಟಿ 1.2.3 ರಲ್ಲಿ ಕೊಟ್ಟಿದೆ.

ಪಟ್ಟಿ 1.2.3

ಘಾತ	ಪೂರ್ವಪದ	ಸಂಕೇತ	ಘಾತ	ಪೂರ್ವಪದ	ಸಂಕೇತ
10^{12}	tera	T	10^{-2}	centi	c
10^{9}	giga	G	10^{-3}	milli	m
10^{6}	mega	M	10^{-6}	micro	μ
10^{3}	kilo	k	10^{-9}	nano	n
10^{2}	hecto	h	10^{-12}	pico	p
10^{1}	deca	da	10^{-15}	femto	f
10^{-1}	deci	d	10^{-18}	atto	a

ಉದಾಹರಣೆ : ಕಿಲೊಗ್ರಾಂ (kg)=10^3 ಗ್ರಾಂ

ಮಿಲಿಸೆಕೆಂಡ್ (ms)= 10^{-3} ಸೆಕೆಂಡ್

ಸೆಂಟಿಮೀಟರ್ (cm)=10^{-2} ಮೀಟರ್

ನ್ಯಾನೊಮೀಟರ್ (nm)= 10^{-9} ಮೀಟರ್

1.2.2. ಆಯಾಮಗಳು

ಭೌತಪರಿಮಾಣಗಳಾದ ಬಲ, ಕೆಲಸ, ಶಕ್ತಿ ಮುಂತಾದುವುಗಳಿಗೆ ಉತ್ಪನ್ನಮಾನವನ್ನು ಪಡೆಯುವಾಗ ಮೂಲಮಾನಗಳಿಗೆ ನಿರ್ದಿಷ್ಟ ಘಾತಗಳನ್ನು ನೀಡಬೇಕಾಗುತ್ತದೆ. ಈ ಘಾತಗಳೇ ಸಂಬಂಧಪಟ್ಟ **ಭೌತಪರಿಮಾಣದ ಆಯಾಮಗಳು. ಭೌತಪರಿಮಾಣದ ಮಾನವನ್ನು ಪಡೆಯಲು ಮೂಲಮಾನಗಳಿಗೆ ಕೊಡುವ ಘಾತಗಳೇ ಅದರ ಆಯಾಮಗಳು.** ಮೂಲಮಾನಗಳಾದ ಉದ್ದ, ದ್ರವ್ಯರಾಶಿ ಮತ್ತು ಕಾಲವನ್ನು ಅನುಕ್ರಮವಾಗಿ [L], [M] ಮತ್ತು [T] ಸಂಕೇತಗಳಿಂದ ತಿಳಿಸಲಾಗುತ್ತದೆ. ಮೂಲಮಾನಗಳನ್ನು ಬಳಸಿ, ಉತ್ಪನ್ನಮಾನವನ್ನು ಸೂಚಿಸುವ ಸಾಂಕೇತಿಕ ಸೂತ್ರಕ್ಕೆ **ಆಯಾಮಸೂತ್ರ**ವೆಂದು ಹೆಸರು.

ಉದಾಹರಣೆ : ವೇಗ = ದೂರ / ಕಾಲ

∴ [ವೇಗ = [L/T] = [$M^0 L^1 T^{-1}$]

ವೇಗದ ಮಾನವು ಉದ್ದದಲ್ಲಿ ಒಂದು, ದ್ರವ್ಯರಾಶಿಯಲ್ಲಿ ಸೊನ್ನೆ ಹಾಗೂ ಕಾಲದಲ್ಲಿ −1 ಆಯಾಮಗಳನ್ನು ಹೊಂದಿದೆ. ಒಂದು ಭೌತ ಪರಿಮಾಣದ ಆಯಾಮವನ್ನು ಅದರ ಲಕ್ಷಣ ನಿರೂಪಣೆಯಿಂದಾಗಲೀ ಅಥವಾ ಇತರೆ ಪರಿಮಾಣಗಳ ಜೊತೆ ಅದಕ್ಕಿರುವ

ಸಂಬಂಧವನ್ನು ಪರಿಗಣಿಸಿಯಾಗಲೀ ಕಂಡುಹಿಡಿಯಬಹುದು. ಸ್ಪಷ್ಟತೆಗಾಗಿ ಕೆಲವು ನಿದರ್ಶನಗಳನ್ನು ಕೆಳಗೆ ಕೊಟ್ಟಿದೆ.

1. ವೇಗೋತ್ಕರ್ಷ = ವೇಗದಲ್ಲಿನ ವ್ಯತ್ಯಾಸ / ಕಾಲ
   [a] = $[LT^{-1}] / [T] = [LT^{-2}]$

2. ಬಲ = ದ್ರವ್ಯರಾಶಿ x ವೇಗೋತ್ಕರ್ಷ
   [F] = $[M] \times [LT^{-2}] = [MLT^{-2}]$

3. ಕೆಲಸ = ಬಲ x ದೂರ
   [W] = $[MLT^{-2}] \times [L] = [ML^2T^{-2}]$

4. ಸಾಮರ್ಥ್ಯ = ಕೆಲಸ / ಕಾಲ
   [P] = $[ML^2T^{-2}] / [T] = [ML^2T^{-3}]$

5. ಚಲನ ಪರಿಮಾಣ = ದ್ರವ್ಯರಾಶಿ x ವೇಗ
   [ಚಲನ ಪರಿಮಾಣ] = $[M] \times [LT^{-1}] = [MLT^{-1}]$

6. ಬಲಯುಗ್ಮ = ಬಲ x ದೂರ
   [τ ಅಥವಾ c] = $[MLT^{-2}] \times [L] = [ML^2T^{-2}]$

7. ಸಾಂದ್ರತೆ = ದ್ರವ್ಯರಾಶಿ / ಘನಅಳತೆ
   [ϱ] = $[M] / [L^3] = [ML^{-3}]$

8. ಒತ್ತಡ = ಬಲ / ವಿಸ್ತೀರ್ಣ
   [p] = $[MLT^{-2}] / [L^2] = [ML^{-1}T^{-2}]$

9. ಆವರ್ತ ಸಂಖ್ಯೆ = ಒಂದು ಸೆಕೆಂಡಿನಲ್ಲಾಗುವ ಆವರ್ತನೆಗಳು
   [n] = ಸಂಖ್ಯೆ / ಕಾಲ = $[T^{-1}]$

10. ಆಘಾತ ಮೊತ್ತ = ಬಲ x ಕಾಲ
   [ಆಘಾತ ಮೊತ್ತ] = $[MLT^{-2}] \times [T] = [MLT^{-1}]$

ಆಯಾಮ ವಿಶ್ಲೇಷಣೆ – ಭೌತಪರಿಮಾಣಗಳಿಗೆ ನಿರ್ದಿಷ್ಟ ಆಯಾಮಗಳಿರುವುದನ್ನು ಮೇಲಿನ ಉದಾಹರಣೆಗಳು ಸ್ಪಷ್ಟಪಡಿಸಿವೆ. ಹಲವಾರು ಪರಿಮಾಣಗಳನ್ನೊಳಗೊಂಡ ಒಂದು ಸಮೀಕರಣವನ್ನು ಆಯಾಮಸೂತ್ರರೂಪದಲ್ಲಿ ಬರೆದಾಗ, ಸಮೀಕರಣದ ಎರಡೂ ಬದಿಯಲ್ಲಿನ ಎಲ್ಲ ಪರಿಮಾಣಪದಗಳ ಆಯಾಮವೂ ಒಂದೇ ಆಗಿರುತ್ತದೆ. ಈ ತತ್ವವನ್ನು **ಆಯಾಮಗಳ ಸಮರೂಪ ನಿಯಮ** ಎನ್ನಲಾಗಿದೆ. ಈ ತತ್ವವನ್ನು ಬಳಸಿಕೊಂಡು ಕೆಳಗೆ ಸೂಚಿಸಿರುವ ಮೂರು ಉಪಯೋಗಗಳನ್ನು ಪಡೆಯಬಹುದು.

(i) ಸಮೀಕರಣದ ನಿಖರತೆಯ ಪರೀಕ್ಷೆ (ii) ಭೌತ ಪರಿಮಾಣಗಳ ನಡುವಣ ಸಂಬಂಧ ಸೂಚಕ ಸಮೀಕರಣದ ನಿಷ್ಪತ್ತಿ ಮತ್ತು (iii) ಅಳತೆಗಾಗಿ ಬಳಸುವ ವಿವಿಧ ಪದ್ಧತಿಗಳಿಂದ ಪಡೆದ ಭೌತಪರಿಮಾಣಗಳ ಪರಿವರ್ತನೆ.

ಮಿತಿಗಳು - ಆಯಾಮ ವಿಶ್ಲೇಷಣೆಗೆ ಕೆಲವು ಮಿತಿಗಳೂ ಇವೆ. ಮೇಲೆ ತಿಳಿಸಿರುವಂತೆ ಆಯಾಮ ವಿಶ್ಲೇಷಣೆ ಮಾಡಿ, ಭೌತಪರಿಮಾಣಗಳ ಸಂಬಂಧ ಸೂಚಕ ಸಮೀಕರಣವನ್ನು ನಿಷ್ಪತ್ತಿಮಾಡಿದಾಗ ಬರುವ ಅನುಪಾತ ಸ್ಥಿರಾಂಕವನ್ನು ಕಂಡುಹಿಡಿಯಲಾಗುವುದಿಲ್ಲ, ಇದನ್ನು ಪ್ರಯೋಗದಿಂದಲೇ ಕಂಡುಕೊಳ್ಳಬೇಕಾಗುತ್ತದೆ. ಇದೇ ರೀತಿ ಭೌತಪರಿಮಾಣವೊಂದು ಮೂಲಮಾನಗಳಿಗಿಂತ ಹೆಚ್ಚು ಸಂಖ್ಯೆಯ ಆಯಾಮ ಹೊಂದಿದ್ದಲ್ಲಿ ಸಂಬಂಧ ಸೂಚಕ ಸಮೀಕರಣವನ್ನು ನಿಷ್ಪತ್ತಿಸಲಾಗುವುದಿಲ್ಲ. ಅಲ್ಲದೆ ಗುಣಲಕ್ಷಣಗಳು ಗೊತ್ತಿರದ ಆಯಾಮಸಹಿತ ನಿಯತಾಂಕವು ಭೌತಪರಿಮಾಣಗಳ ಸಂಬಂಧದಲ್ಲಿ ಅಗತ್ಯವಾದಲ್ಲಿ ಸಂಬಂಧಸೂಚಕ ಸಮೀಕರಣವನ್ನು ನಿಷ್ಪತ್ತಿಸಲಾಗುವುದಿಲ್ಲ. ಸಂಖ್ಯೆಗಳಿಗೆ, ಕೆಲ ಸ್ಥಿರಾಂಕಗಳಿಗೆ ಆಯಾಮವಿಲ್ಲ. ಮತ್ತೆ ಕೆಲವು ಸ್ಥಿರಾಂಕಗಳಿಗೆ ನಿಶ್ಚಿತ ಆಯಾಮವಿದೆ. ಉದಾಹರಣೆಗೆ 1,2,3 ಮುಂತಾದ ಸಂಖ್ಯೆಗಳಿಗೆ, π ಅಂತಹ ಸ್ಥಿರಾಂಕಕ್ಕೆ ಆಯಾಮವಿಲ್ಲ, ವಿಶ್ವಗುರುತ್ವಾಕರ್ಷಣ ಸ್ಥಿರಾಂಕವಾದ G ಗೆ ಆಯಾಮವಿದೆ. $[G] = [M^{-1}L^{3}T^{-2}]$

ಉದಾಹರಣೆಗಳು

1. ಕೆಳಗೆ ನೀಡಿರುವ ಸೂತ್ರದ ನಿಖರತೆಯನ್ನು ಆಯಾಮ ವಿಶ್ಲೇಷಣೆಯಿಂದ ಪರೀಕ್ಷಿಸಿ:

$$V = u + at$$

ಇಲ್ಲಿ u= ಆರಂಭಿಕ ವೇಗ, V=t ನಂತರದ ವೇಗ ಮತ್ತು a= ವೇಗೋತ್ಕರ್ಷ. ನೀಡಿರುವ ಸೂತ್ರದ ನಿಖರತೆಯನ್ನು ಪರೀಕ್ಷಿಸಲು, ಅದರ ಎರಡೂ ಬದಿಗಳ ಆಯಾಮ ಸೂತ್ರವನ್ನು ಬರೆದಾಗ.

$$[\text{ ಎಡಬದಿ }] = [LT^{-1}]$$

$$[\text{ ಬಲಬದಿ }] = [LT^{-1}] + [LT^{-2}][T] = [LT^{-1}] + [LT^{-1}]$$

ಮೇಲಿನ ಸೂತ್ರದ ಎರಡೂ ಬದಿಗಳ ಆಯಾಮಗಳು ಸಮರೂಪ ಹೊಂದಿರುವುದರಿಂದ ಸೂತ್ರವು ಸರಿಯಾಗಿದೆಯೆಂದು ನಿರ್ಧರಿಸಬಹುದು.

2. ಎಳೆದ ತಂತಿಯ ಕಂಪನದ ಆವರ್ತ ಸಂಖ್ಯೆಯು (n) ತಂತಿಯ ಉದ್ದ (l) ಎಳೆತ (T) ಹಾಗೂ ತಂತಿಯ ಏಕಮಾನ ಉದ್ದದ ದ್ರವ್ಯರಾಶಿ (m) ಗಳ ಮೇಲೆ ಅವಲಂಬಿತವಾಗಿದ್ದಲ್ಲಿ ಆವರ್ತ ಸಂಖ್ಯೆಗೆ ಸಂಬಂಧ ಸೂಚಕ ಸೂತ್ರವನ್ನು ನಿಷ್ಪತ್ತಿಸಿ.

ಆವರ್ತಸಂಖ್ಯೆ (n); ℓ, T ಹಾಗೂ m ಗಳ x , y ಹಾಗೂ z ಘಾತಗಳಿಗೆ ಅನುಪಾತದಲ್ಲಿದೆ ಎಂದಿಟ್ಟುಕೊಳ್ಳೋಣ.

$$\therefore n \propto \ell^x T^y m^z$$

ಎರಡೂ ಬದಿಗಳ ಆಯಾಮಸೂತ್ರವನ್ನು ಬರೆದಾಗ ;

$$[T^{-1}] = [L]^x \times [MLT^{-2}]^y [ML^{-1}]^z$$

$$= [L^{x+y-z}] [M^{y+z}] [T^{-2y}]$$

ಎರಡೂ ಬದಿಗಳಲ್ಲಿನ ಆಯಾಮಗಳು ಸಮನಾಗಿರಬೇಕಾದ್ದರಿಂದ ;

$x + y - z = 0$, $y + z = 0$ ಹಾಗೂ $-2y = -1$

$\therefore y = ½, z = -½ \; z = -1 \; x = -1$

ಆದ್ದರಿಂದ $n \propto \ell^{-1} T^{½} m^{-½}$

$$\therefore n \propto \frac{1}{\ell}\sqrt{\frac{T}{m}}$$

$n = \dfrac{k}{\ell}\sqrt{\dfrac{T}{m}}$; k – ಅನುಪಾತಸ್ಥಿರಾಂಕ. ಇದನ್ನು ಪ್ರಯೋಗದಿಂದ ಕಂಡುಹಿಡಿಯಬೇಕು.

3. ಒಂದು ನ್ಯೂಟನ್ ಬಲವನ್ನು ಡೈನ್‌ಗಳಿಗೆ ಪರಿವರ್ತಿಸಿ.

ನ್ಯೂಟನ್ ಎಂಬುದು SI ಪದ್ಧತಿಯಲ್ಲಿ ಬಲದ ಮಾನವೂ, ಡೈನ್ ಎಂಬುದು CGS ಪದ್ಧತಿಯಲ್ಲಿ ಬಲದ ಮಾನವೂ ಆಗಿವೆ.

[ಬಲ]= $[MLT^{-2}]$

1 ನ್ಯೂಟನ್ = n ಡೈನ್‌ಗಳು ಎಂದಿಟ್ಟುಕೊಳ್ಳೋಣ.

L_1 M_1 T_1 ಗಳು SI ಪದ್ಧತಿಯಲ್ಲಿಯೂ, L_2 M_2 T_2 ಗಳು CGS ಪದ್ಧತಿಯಲ್ಲಿಯೂ ಮೂಲಮಾನಗಳ ಸಂಕೇತಗಳಾಗಿರಲಿ.

$$[L_1 M_1 T_1^{-2}] = n [L_2 M_2 T_2^{-2}]$$

$$\therefore n = [L_1 M_1 T_1^{-2}] / [L_2 M_2 T_2^{-2}]$$

$$= \left[\frac{L_1 M_1 T_1^{-2}}{L_2 M_2 T_2^{-2}}\right]$$

$$= \left[\frac{1m}{1cm}\ \frac{1kg}{1gm}\ \frac{(s)^{-2}}{(s)^{-2}}\right]$$

$$= \left[\frac{100cm}{1cm}\ \ \frac{1000gm}{1gm}\right]$$

$$= 10^5$$

$\therefore$ 1 ನ್ಯೂಟನ್ $= 10^5$ ಡೈನ್‌ಗಳು.

ಅಭ್ಯಾಸ

1. SI ಮಾನಗಳನ್ನು ಕುರಿತು ಒಂದು ಟಿಪ್ಪಣಿ ಬರೆಯಿರಿ.

2. $S = ut + \frac{1}{2} at^2$

ಇಲ್ಲಿ s, u, a ಮತ್ತು t ಗಳು ಕ್ರಮವಾಗಿ ದೂರ, ವೇಗ, ವೇಗೋತ್ಕರ್ಷ ಮತ್ತು ಕಾಲವನ್ನು ಸೂಚಿಸಿದರೆ, ಈ ಸೂತ್ರದ ಶುದ್ಧತೆಯನ್ನು ಆಯಾಮ ವಿಶ್ಲೇಷಣೆಯಿಂದ ಪರೀಕ್ಷಿಸಿ.

3. ಒಂದು ಅನಿಲದಲ್ಲಿನ ಶಬ್ದದ ವೇಗ (V) ವು ಅನಿಲದ ಸಾಂದ್ರತೆ (ρ) ಹಾಗೂ ಒತ್ತಡ (P) ಗಳ ಮೇಲೆ ಅವಲಂಬಿಸಿರುತ್ತದೆ. ಈ ಭೌತಿಕ ಪರಿಮಾಣಗಳ ನಡುವಣ ಸಂಬಂಧಸೂಚಕ ಸಮೀಕರಣವನ್ನು ನಿಷ್ಪತ್ತಿಸಿ.

4. ಒಂದು ಹಾರ್ಸ್‌ಪವರ್ ಅನ್ನು ವ್ಯಾಟ್‌ಗಳಿಗೆ ಪರಿವರ್ತಿಸಿ.

5. ಒಂದು ಪೌಂಡಲ್ ಬಲವನ್ನು ಡೈನ್‌ಗಳಿಗೆ ಪರಿವರ್ತಿಸಿ.

ಅದಿಶ ಮತ್ತು ಸದಿಶಗಳು

ಭೌತಶಾಸ್ತ್ರದ ಅಧ್ಯಯನದಲ್ಲಿ ಅಳತೆ ಮಾಡಬಹುದಾದ ಹಲವಾರು ಭೌತ ಪರಿಮಾಣಗಳು ಬರುತ್ತವೆ. ಈ ಭೌತಪರಿಮಾಣಗಳಲ್ಲಿ ಕೆಲವು ಕೇವಲ ಪ್ರಮಾಣ (Magnitude) ವನ್ನು ಮಾತ್ರ ಹೊಂದಿರುತ್ತವೆ. ಇನ್ನು ಕೆಲವು ಪ್ರಮಾಣದ ಜೊತೆಗೆ ಒಂದು ನಿರ್ದಿಷ್ಟ ದಿಕ್ಕನ್ನೂ ಸಹ ಹೊಂದಿರುತ್ತವೆ. ನಿರ್ದಿಷ್ಟ ದಿಕ್ಕನ್ನು ಹೊಂದಿರದೆ ಕೇವಲ ಪ್ರಮಾಣವನ್ನು ಮಾತ್ರ ಹೊಂದಿರುವ ಭೌತಪರಿಮಾಣಗಳನ್ನು ಅದಿಶ ಎಂದು ಕರೆಯಲಾಗುತ್ತದೆ. ದ್ರವ್ಯರಾಶಿ, ಸಾಂದ್ರತೆ ಮತ್ತು ಉಷ್ಣತೆ ಇವುಗಳು ಅದಿಶ ಪರಿಮಾಣಗಳಿಗೆ ಕೆಲವು ಉದಾಹರಣೆಗಳಾಗಿವೆ. ಪ್ರಮಾಣದ ಜೊತೆಗೆ ನಿರ್ದಿಷ್ಟ ದಿಕ್ಕನ್ನೂ ಸಹ ಹೊಂದಿರುವ ಭೌತ ಪರಿಮಾಣಗಳನ್ನು ಸದಿಶ ಎಂದು ಕರೆಯಲಾಗುತ್ತದೆ.

ವೇಗೋತ್ಕರ್ಷ, ಬಲ, ಒತ್ತಡ ಇವುಗಳು ಸದಿಶಗಳಿಗೆ ಕೆಲವು ಉದಾಹರಣೆಗಳಾಗಿವೆ. ಇವುಗಳ ಸಂಪೂರ್ಣ ಸ್ವರೂಪವನ್ನು ತಿಳಿಸಲು ಅವುಗಳ ಪ್ರಮಾಣದ ಜೊತೆಗೆ ದಿಕ್ಕನ್ನೂ ಸಹ ಸೂಚಿಸಬೇಕಾಗುತ್ತದೆ.



ಚಿತ್ರ 1.3.1

ಸದಿಶವನ್ನು ಬಾಣದ ಗುರುತನ್ನು ಹೊಂದಿರುವ ಒಂದು ನೇರರೇಖೆಯಿಂದ ಸೂಚಿಸಲಾಗುತ್ತದೆ. ಚಿತ್ರ 1.3.1 ರಲ್ಲಿ ತೋರಿಸಿರುವಂತೆ ಸದಿಶದ ಸಂಕೇತವು ಒಂದು ಮೂಲ ಅಥವಾ ಬಾಲವನ್ನೂ ಹಾಗೂ ಒಂದು ತುದಿ ಅಥವಾ ತಲೆಯನ್ನೂ ಹೊಂದಿರುತ್ತದೆ. ಈ ನೇರರೇಖೆಯ ಉದ್ದವು ಸದಿಶದ ಪ್ರಮಾಣಕ್ಕೆ ಅನುಪಾತದಲ್ಲಿರುತ್ತದೆ. ಆದ್ದರಿಂದ ಉದ್ದವು ಸದಿಶದ ಪ್ರಮಾಣವನ್ನು ಸೂಚಿಸುತ್ತದೆ. ಬಾಣದ ಗುರುತು ಸದಿಶದ ದಿಕ್ಕನ್ನು ಸೂಚಿಸುತ್ತದೆ.

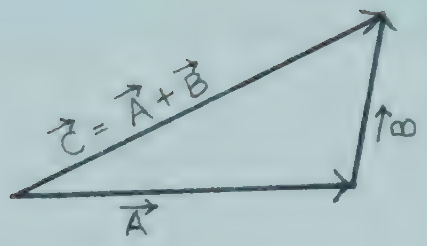
ಸಾಮಾನ್ಯವಾಗಿ ಒಂದು ಸದಿಶವನ್ನು ಸೂಚಿಸುವಾಗ ಅದರ ತಲೆಯ ಮೇಲೆ ಒಂದು ಬಾಣದ ಗುರುತನ್ನು ಹಾಕಿ ಸೂಚಿಸಲಾಗುತ್ತದೆ. ಉದಾಹರಣೆಗೆ A ಎಂಬುದು ಒಂದು ಸದಿಶ ಎಂದು ಸೂಚಿಸಬೇಕಾದಲ್ಲಿ ಅದನ್ನು $\vec{A}$ ಎಂಬ ಸಂಕೇತದಿಂದ ಸೂಚಿಸಲಾಗುತ್ತದೆ. ಆ ಸದಿಶದ ಪ್ರಮಾಣವನ್ನು $|\vec{A}|$ ಎಂಬ ಸಂಕೇತದಿಂದ ಅಥವಾ A ಅಕ್ಷರದಿಂದ ಸೂಚಿಸಲಾಗುತ್ತದೆ.

ಏಕಮಾನ ಸದಿಶ

ಏಕಮಾನ ಪ್ರಮಾಣವನ್ನು ಹೊಂದಿದ ಸದಿಶವನ್ನು 'ಏಕಮಾನ ಸದಿಶ' ಎಂದು ಕರೆಯಲಾಗುತ್ತದೆ. $\vec{A}$ ಎಂಬ ಸದಿಶದ ಪ್ರಮಾಣವು $|\vec{A}|$ ಆದರೆ, ಆಗ $|\vec{A}|/|\vec{A}|$ ಎಂಬುದು $\vec{A}$ ಸದಿಶದ ದಿಕ್ಕನ್ನೇ ಹೊಂದಿರುವ ಏಕಮಾನ ಸದಿಶವನ್ನು ನೀಡುತ್ತದೆ. ಆ ಏಕಮಾನ ಸದಿಶವನ್ನು A ಅಕ್ಷರದ ಮೇಲೆ ಹಂಸಪಾದ ಹಾಕಿ $\hat{A}$ ಸಂಕೇತದಿಂದ ಸೂಚಿಸಲಾಗುತ್ತದೆ. ಹೀಗಾಗಿ $\vec{A} = A\ \hat{A}$. ಒಂದಕ್ಕೊಂದು ಲಂಬವಾಗಿರುವ x, y ಹಾಗೂ z ಎಂಬ ಮೂರು ಅಕ್ಷರೇಖೆಗಳ ಮೇಲಿನ ಏಕಮಾನ ಸದಿಶಗಳನ್ನು ಕ್ರಮವಾಗಿ $\hat{i}$ $\hat{j}$ ಹಾಗೂ $\hat{k}$ ಗಳಿಂದ ಸೂಚಿಸಲಾಗುತ್ತದೆ.

ಸದಿಶಗಳ ಮೊತ್ತ

ಎರಡು ಅಥವಾ ಅದಕ್ಕಿಂತಲೂ ಹೆಚ್ಚು ಸದಿಶಗಳ ಮೊತ್ತವನ್ನು ನೀಡುವ ಸದಿಶವನ್ನು 'ಫಲಿತ ಸದಿಶ' ಎಂದು ಕರೆಯಲಾಗುತ್ತದೆ. ಸದಿಶಗಳ ಮೊತ್ತವನ್ನು ಪಡೆಯಲು ಕೆಳಗೆ ನೀಡಿರುವ ಕ್ರಮವನ್ನು ಅನುಸರಿಸಬೇಕಾಗುತ್ತದೆ.

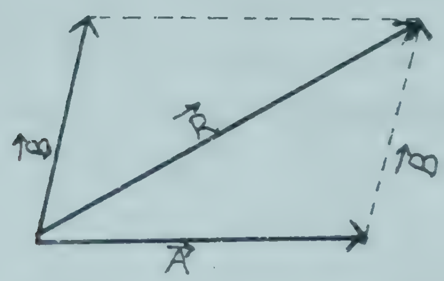


ಚಿತ್ರ 1.3.2

$\vec{A}$ ಮತ್ತು $\vec{B}$ ಎಂಬ ಎರಡು ಸದಿಶಗಳ ಮೊತ್ತವನ್ನು ಪಡೆಯುವಾಗ ಚಿತ್ರ 1.3.2 ರಲ್ಲಿ ತೋರಿಸಿರುವಂತೆ $\vec{B}$ ಸದಿಶವು $\vec{A}$ ನ ತಲೆಯಿಂದ ಪ್ರಾರಂಭವಾಗುವಂತೆ ರೇಖೆಗಳನ್ನು ಎಳೆಯಬೇಕು. ಆಗ $\vec{A}$ ನ ಬಾಲದಿಂದ ಹೊರಟು $\vec{B}$ ನ ತಲೆಯಲ್ಲಿ ತನ್ನ ತಲೆಯನ್ನು ಹೊಂದಿರುವ $\vec{C}$ ಯು $\vec{A}$ ಮತ್ತು $\vec{B}$ ಗಳ ಮೊತ್ತವನ್ನು ನೀಡುತ್ತದೆ.

$$\therefore \quad \vec{C} = \vec{A} + \vec{B}$$

ಈ ನಿಯಮವನ್ನು ಸದಿಶಗಳ ತ್ರಿಕೋನ ನಿಯಮ ಎಂದು ಕರೆಯಲಾಗುತ್ತದೆ.

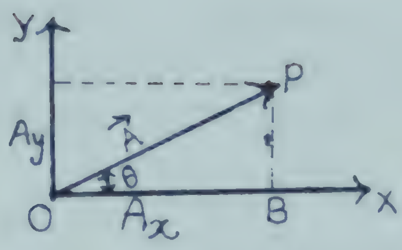


ಚಿತ್ರ 1.3.3

ಎರಡು ಸದಿಶಗಳು ಚಿತ್ರ 1.3.3 ರಲ್ಲಿ ತೋರಿಸಿರುವಂತೆ ಇದ್ದಲ್ಲಿ, ಆಗ ಎರಡೂ ಸದಿಶಗಳಿಗೆ ಸಮಾಂತರದಲ್ಲಿ ಅವುಗಳ ಪ್ರಮಾಣವನ್ನೇ ಹೊಂದಿರುವ ಎರಡು ನೇರರೇಖೆಗಳನ್ನೆಳೆದು ಒಂದು ಸಮಾಂತರ ಚತುರ್ಭುಜವನ್ನು ರಚಿಸಬೇಕು. ಆಗ ಒಂದು ಸದಿಶದ ಬಾಲದಿಂದ ಹೊರಟು ಇನ್ನೊಂದು ಸದಿಶದ ತಲೆಗೆ ಸೇರುವ ಕರ್ಣವು ಆ ಎರಡೂ ಸದಿಶಗಳ ಮೊತ್ತವನ್ನು ನೀಡುವ ಫಲಿತ ಸದಿಶವಾಗಿರುತ್ತದೆ. ಈ ನಿಯಮವನ್ನು **'ಸದಿಶಗಳ ಸಮಾಂತರ ಚತುರ್ಭುಜ ನಿಯಮ'** ಎಂದು ಕರೆಯಲಾಗುತ್ತದೆ.

ಸದಿಶದ ಪೃಥಕ್ಕರಣ

ಗೊತ್ತಾದ ದಿಕ್ಕುಗಳಲ್ಲಿ ಒಂದು ಸದಿಶದ ಪರಿಣಾಮವನ್ನು ಕಂಡುಹಿಡಿಯುವ ಕ್ರಮಕ್ಕೆ ಸದಿಶದ ಪೃಥಕ್ಕರಣವೆಂದು ಹೆಸರು.



ಚಿತ್ರ 1.3.4

ಚಿತ್ರ 1.3.4 ರಲ್ಲಿ ತೋರಿಸಿರುವಂತೆ OP ರೇಖೆಯು A ಪ್ರಮಾಣವನ್ನು ಹೊಂದಿರುವ $\vec{A}$ ಎಂಬ ಸದಿಶವಾಗಿದ್ದು ಅದು x ಅಕ್ಷರೇಖೆಗೆ θ ಕೋನದ ದಿಕ್ಕಿನಲ್ಲಿದೆಯೆಂದಿಟ್ಟುಕೊಳ್ಳೋಣ. ಈ ಸದಿಶದ ಪೃಥಕ್ಕರಣವನ್ನು ಮಾಡಲು $\vec{A}$ ನ ತುದಿಯಾದ P ನಿಂದ X ಮತ್ತು Y ಅಕ್ಷರೇಖೆಗಳಿಗೆ ಲಂಬ ರೇಖೆಗಳನ್ನೆಳೆಯಬೇಕು. ಆ ರೀತಿಯಾಗಿ ಎಳೆದ ಲಂಬರೇಖೆಗಳು X ಮತ್ತು Y ಅಕ್ಷರೇಖೆಗಳನ್ನು ಕ್ರಮವಾಗಿ B ಮತ್ತು C ಬಿಂದುಗಳಲ್ಲಿ ಸಂಧಿಸುತ್ತವೆ. ಆಗ OB ಮತ್ತು OC ಗಳು ಕ್ರಮವಾಗಿ $\vec{A}$ ನ X ಮತ್ತು Y ದಿಕ್ಕಿನಲ್ಲಿನ ಅಂಗಭಾಗಗಳು ಅಥವಾ ಆಯತಾಂಗಗಳನ್ನು ನೀಡುತ್ತವೆ. ಇವುಗಳನ್ನು ಕ್ರಮವಾಗಿ A_x ಮತ್ತು A_y ನಿಂದ ಸೂಚಿಸಲಾಗುತ್ತದೆ.

ಚಿತ್ರ 1.3.4 ದಿಂದ ; $\text{Cos}\,\theta = \frac{A_x}{A}$

ಮತ್ತು $\text{Cos}\,(90^o - \theta) = \sin\theta = \frac{A_y}{A}$

$\therefore A_x = A\,\text{Cos}\,\theta$ ---------1.3.1

ಮತ್ತು $A_y = A\sin\theta$ ----------1.3.2

$OC = BP = A_y$

$\therefore A^2 = A_x{}^2 + A_y{}^2$ ---------1.3.3

$\therefore A\sqrt{A_x{}^2 + A_y{}^2}$ -------- 1.3.4

ಒಂದು ಸದಿಶದ x ಮತ್ತು y ಆಯತಾಂಗಗಳು ಗೊತ್ತಿದ್ದಲ್ಲಿ ಆ ಸದಿಶದ ಪ್ರಮಾಣವನ್ನು ಕಂಡುಹಿಡಿಯಬಹುದು.

ಅದಿಶ ಮತ್ತು ಸದಿಶಗಳ ಗುಣಲಬ್ಧ

ಅದಿಶಗಳು ಕೇವಲ ಪ್ರಮಾಣವನ್ನು ಮಾತ್ರ ಹೊಂದಿರುವುದರಿಂದ ಅವುಗಳ ಗುಣಲಬ್ಧವು ಕೇವಲ ಸಂಖ್ಯೆಗಳ ಗುಣಲಬ್ಧವಾಗಿರುತ್ತದೆ. ಒಂದು ಸದಿಶವನ್ನು ಒಂದು

ಅದಿಶದಿಂದ ಗುಣಿಸಿದಾಗ ಇನ್ನೊಂದು ಸದಿಶವು ದೊರೆಯುತ್ತದೆ. ಆ ಗುಣಲಬ್ಧ ನೀಡುವ ಸದಿಶವು ಮೊದಲಿನ ಸದಿಶದ ದಿಕ್ಕನ್ನೇ ಹೊಂದಿರುತ್ತದೆ. ಆದರೆ ಅದರ ಪ್ರಮಾಣವು ಮೊದಲಿನ ಸದಿಶದ ಪ್ರಮಾಣ ಹಾಗೂ ಅದಿಶದ ಪ್ರಮಾಣಗಳ ಗುಣಲಬ್ಧವಾಗಿರುತ್ತದೆ.

ಉದಾಹರಣೆಗೆ $\vec{A}$ ಎಂಬ ಸದಿಶವನ್ನು n ಎಂಬ ಅದಿಶದಿಂದ ಗುಣಿಸಿದಾಗ $n\vec{A}$ ಎಂಬ ಸದಿಶವು ದೊರೆಯುತ್ತದೆ. ಅದರ ದಿಕ್ಕು $\vec{A}$ ನ ದಿಕ್ಕನ್ನೇ ಹೊಂದಿರುತ್ತದೆ ಮತ್ತು ಅದರ ಪ್ರಮಾಣವು $n|\vec{A}|$ ಆಗಿರುತ್ತದೆ.

ಸದಿಶಗಳ ಗುಣಲಬ್ಧವನ್ನು ಕಂಡುಹಿಡಿಯುವಾಗ ಎರಡು ರೀತಿಯ ಗುಣಲಬ್ಧಗಳು ಬರುತ್ತವೆ ;

i) ಬಿಂದು ಗುಣಲಬ್ಧ ಅಥವಾ ಅದಿಶ ಗುಣಲಬ್ಧ

ii) ಅಡ್ಡ ಗುಣಲಬ್ಧ ಅಥವಾ ಸದಿಶ ಗುಣಲಬ್ಧ

ಬಿಂದು ಗುಣಲಬ್ಧ ಅಥವಾ ಅದಿಶ ಗುಣಲಬ್ಧ

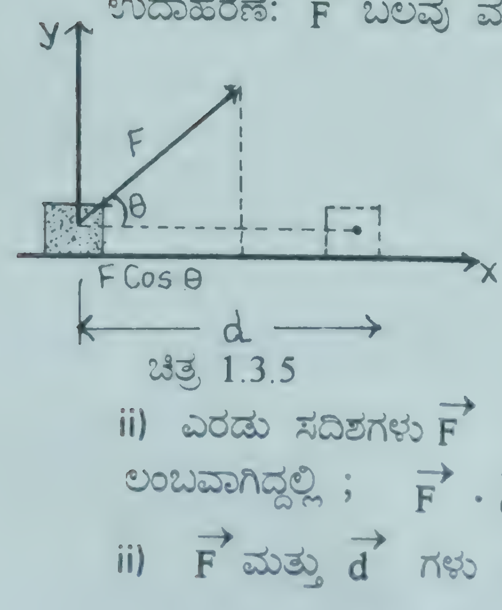
ಎರಡು ಸದಿಶಗಳ ಬಿಂದು ಗುಣಲಬ್ಧವನ್ನು ಆ ಎರಡು ಸದಿಶಗಳ ಪ್ರಮಾಣಗಳ ಹಾಗೂ ಅವುಗಳ ನಡುವಣ ಕೋನದ ಕೊಸೈನ್ ಅವಲಂಬಿ ಪರಿಮಾಣಗಳ ಗುಣಲಬ್ಧವು ನೀಡುತ್ತದೆ.

ಉದಾಹರಣೆ : $\vec{A}$ ಮತ್ತು $\vec{B}$ ಗಳ ನಡುವಣ ಕೋನವು θ ಆಗಿದ್ದಲ್ಲಿ

$$\vec{A} \cdot \vec{B} = A\,B\,\text{Cos}\,\theta$$

$\vec{A}$ ಮತ್ತು $\vec{B}$ ಗಳ ಬಿಂದುಗುಣಲಬ್ಧ ಪರಿಮಾಣವು ಅದಿಶವಾಗಿರುತ್ತವೆ.

ಉದಾಹರಣೆ: $\vec{F}$ ಬಲವು ವಸ್ತುವನ್ನು $\vec{d}$ ದೂರಕ್ಕೆ ಸ್ಥಳಾಂತರಿಸಿದೆ.



ಚಿತ್ರ 1.3.5

ಕೆಲಸ (W) $= \vec{F} \cdot \vec{d} = Fd\,\text{Cos}\,\theta$

ಅಥವಾ $W = Fd\,\text{Cos}\,\theta$

ಗುಣಲಬ್ಧವು ಅದಿಶವಾದ್ದರಿಂದ ಕೆಲಸವೂ ಅದಿಶಕ್ಕೆ ಉದಾಹರಣೆಯಾಗಿದೆ.

ii) ಎರಡು ಸದಿಶಗಳು $\vec{F}$ ಮತ್ತು $\vec{d}$ ಗಳು ಲಂಬವಾಗಿದ್ದಲ್ಲಿ ; $\vec{F} \cdot \vec{d} = 0 \therefore W = 0$

ii) $\vec{F}$ ಮತ್ತು $\vec{d}$ ಗಳು ಸಮಾಂತರವಾಗಿದ್ದಾಗ

ಅಂದರೆ $\theta = 0$ ಆಗ $\vec{F} \cdot \vec{d} = Fd \therefore W$ ಬೆಲೆ ಅತ್ಯಧಿಕ.

ಅಡ್ಡ ಗುಣಲಬ್ಧ ಅಥವಾ ಸದಿಶ ಗುಣಲಬ್ಧ

ಸದಿಶಗಳ ಅಡ್ಡ ಗುಣಲಬ್ಧವೂ ಸಹ ಒಂದು ಸದಿಶ ಆಗಿರುತ್ತದೆ. ಎರಡು ಸದಿಶಗಳ ಅಡ್ಡ ಗುಣಲಬ್ಧದ ಪ್ರಮಾಣವನ್ನು ಈ ಎರಡು ಸದಿಶಗಳ ಪ್ರಮಾಣಗಳ ಹಾಗೂ ಅವುಗಳ ನಡುವಣ ಕೋನದ ಸೈನ್ ಅವಲಂಬಿ ಪರಿಮಾಣಗಳ ಗುಣಲಬ್ಧವು ನೀಡುತ್ತದೆ. ಈ ಅಡ್ಡಗುಣಲಬ್ಧದ ದಿಕ್ಕು ಆ ಎರಡೂ ಸದಿಶಗಳಿರುವ ಸಮತಲಕ್ಕೆ ಲಂಬವಾಗಿರುತ್ತದೆ.

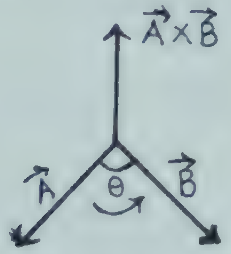
ಉದಾಹರಣೆಗೆ : $\vec{A}$ ಮತ್ತು $\vec{B}$ ಗಳ ನಡುವಣ ಕೋನವು θ ಆಗಿದ್ದಲ್ಲಿ ;

$$\vec{A} \times \vec{B} = A \ B \sin \theta$$

ಎಂಬುದು $\vec{A}$ ಮತ್ತು $\vec{B}$ ಗಳ ಅಡ್ಡಗುಣಲಬ್ಧವನ್ನು ನೀಡುತ್ತದೆ. ಇಲ್ಲಿ $\hat{u}$ ಒಂದು ಏಕಮಾನ ಸದಿಶವಾಗಿದ್ದು ಅದು $\vec{A}$ ಮತ್ತು $\vec{B}$ ಗಳಿರುವ ಸಮತಲಕ್ಕೆ ಲಂಬವಾಗಿರುತ್ತದೆ.

ಉದಾಹರಣೆ : ಸ್ಕ್ರೂ ಡ್ರೈವರ್‌ನಿಂದ ಸ್ಕ್ರೂ ತಿರುಗಿಸುವಾಗ

$\vec{A}$ ಇಂದ $\vec{B}$ ಗೆ ಸಮತಲದಲ್ಲಿ ಸ್ಕ್ರೂ ತಿರುಗಿಸಿದಾಗ ಅದರ ಮೊನೆ $\vec{A} \times \vec{B}$ ದಿಕ್ಕಿನಲ್ಲಿ ಚಲಿಸುತ್ತದೆ.



ಚಿತ್ರ 1.3.6

ಉದಾಹರಣೆಗಳು

1. $\vec{A} = 2\hat{i} + 3j + 5k$ ನ ಪ್ರಮಾಣವನ್ನು ಕಂಡುಹಿಡಿಯಿರಿ

$$A = \sqrt{(2)^2 + (3)^2 + (5)^2} = \sqrt{38} \quad \text{ಮಾನ}$$

2. $\vec{A} = 2\hat{i} + 5\hat{j} - 6\hat{k}$ ಮತ್ತು $\vec{B} = 4\hat{i} - 7\hat{j} + 3\hat{k}$ ಆದರೆ

$\vec{A} + \vec{B}$ ಮತ್ತು $\vec{A} - \vec{B}$ ಗಳನ್ನು ಕಂಡುಹಿಡಿಯಿರಿ.

$$\vec{A} + \vec{B} = (2\hat{i} + 5\hat{j} - 6\hat{k}) + (4\hat{i} - 7\hat{j} + 3\hat{k})$$

$$= (2+4)\hat{i} + (5-7)\hat{j} + (-6+3)\hat{k}$$

$$= 6\hat{i} - 2\hat{j} - 3\hat{k}$$

$$\vec{A} - \vec{B} = (2\hat{i} + 5\hat{j} - 6\hat{k}) - (4\hat{i} - 7\hat{j} + 3\hat{k})$$
$$= (2-4)\hat{i} + (5+7)\hat{j} + (-6-3)\hat{k}$$
$$= -2\hat{i} + 12\hat{j} - 9\hat{k}$$

3. $\vec{V} = 3i + 4j$ ಯು x – ಅಕ್ಷರೇಖೆಯೊಂದಿಗೆ 60° ಕೋನವನ್ನು ಹೊಂದಿದ್ದರೆ ಅದರ x ಮತ್ತು y ಆಯತಾಂಗಗಳನ್ನು ಕಂಡುಹಿಡಿಯಿರಿ.

$V = \sqrt{(3)^2 + (4)^2} = \sqrt{25} = 5$ ಮಾನ

$\vec{V}$ ನ X - ಆಯತಾಂಗ$= V_x = V \cos\theta = 5 \cos 60^\circ = 5 \times ½ = 5/2$

$\vec{V}$ ನ y - ಆಯತಾಂಗ$= V_y = V \sin\theta = 5 \sin 60^\circ = 5 \times \sqrt{3/2} = 5\sqrt{3/2}$

4. $\vec{A} = (3\hat{i} + 2\hat{j} + 5\hat{K})$ ಮತ್ತು $\vec{B} = (4\hat{i} - 3\hat{j} + 6\hat{k})$

ಆದರೆ $\vec{A} \times \vec{B}$ ಯನ್ನು ಕಂಡುಹಿಡಿಯಿರಿ.

$$\vec{A} \times \vec{B} = (3\hat{i} + 2\hat{j} - 5\hat{k}) \times (4\hat{i} - 3\hat{j} + 6\hat{k})$$

$$= \begin{vmatrix} \hat{i} & \hat{j} & \hat{k} \\ 3 & 2 & 5 \\ 4 & -3 & 6 \end{vmatrix}$$

$$= \hat{i}\,[(2x6) - \{5 \times (-3)\}] + \hat{j}\,[(3x6)-(5x4)] + \hat{k}\,[\{3 \times (-3)\}-(2x4)]$$

$$= 27\hat{i} - 2\hat{j} - 17\hat{k}$$

5. $\vec{F} = 5\hat{i} + 3\hat{j} - \hat{k}$ ಎಂಬ ಬಲವು $\vec{S} = 2\hat{i} + 5\hat{j} + 3\hat{k}$ ಸ್ಥಾನಪಲ್ಲಟವನ್ನುಂಟುಮಾಡಿದರೆ ಆದ ಕೆಲಸದ ಪ್ರಮಾಣವನ್ನು ಕಂಡುಹಿಡಿಯಿರಿ.

ಆದ ಕೆಲಸ $= W = F.S = (5\hat{i} + 3\hat{j} - \hat{k}) - (2\hat{i} + 5\hat{j} + 3\hat{k})$

$= \{5 \times 2\} + \{3 \times 5\} + \{(-1) \times 3\}$

$= 22$ ಮಾನ

ಅಭ್ಯಾಸ

1. $\vec{A} = 7i + 2j$ ನ ಪ್ರಮಾಣವನ್ನು ಕಂಡುಹಿಡಿಯಿರಿ. ($\sqrt{53}$)

2. $\vec{A} = 4i + 2j$ ಯು x– ಅಕ್ಷರೇಖೆಯೊಂದಿಗೆ 30^o ಕೋನವನ್ನು ಹೊಂದಿದ್ದರೆ, ಅದರ x ಮತ್ತು y ಆಯತಾಂಗಗಳನ್ನು ಕಂಡುಹಿಡಿಯಿರಿ.
($\sqrt{15}$, $\sqrt{5}$)

3. $\vec{A} = 2i + 3j$ ಯು y ಅಕ್ಷರೇಖೆಯೊಂದಿಗೆ 30^o ಕೋನವನ್ನು ಹೊಂದಿದ್ದರೆ, ಅದರ x ಮತ್ತು y ಆಯತಾಂಗಗಳನ್ನು ಕಂಡುಹಿಡಿಯಿರಿ.
($\sqrt{13}/2$, $\sqrt{39}/2$)

4. $\vec{A} = 3i + 5j + k$ ಮತ್ತು $\vec{B} = -5i + 3j - 6k$ ಆದರೆ

$\vec{A} \cdot \vec{B}$ ಮತ್ತು $\vec{A} \times \vec{B}$ ಗಳನ್ನು ಕಂಡುಹಿಡಿಯಿರಿ.

5. $\vec{A} = 5i + 2j$ ಮತ್ತು $\vec{B} = 3i - 6j$ ಆದರೆ,

$\vec{A} \cdot \vec{B} = \vec{B} \cdot \vec{A}$ ಎಂದು ತೋರಿಸಿ.

[ಇಲ್ಲಿ ಕೊಟ್ಟಿರುವ ಲೆಕ್ಕಗಳು ವಿಷಯದ ಗ್ರಹಿಕೆಗೆ ಸಹಕಾರಿ ಎಂಬ ಕಾರಣದಿಂದಾಗಿ ಮಾತ್ರ]

೨

ಚಲನ ಪ್ರಕರಣ

2.1 ಚಲನೆ

ಒಂದು ವಸ್ತು ತಾನಿದ್ದ ಜಾಗದಿಂದ ಮತ್ತೊಂದು ಜಾಗಕ್ಕೆ ಕಾಲ ಕ್ರಮಿಸಿದಂತೆ ಸ್ಥಳಾಂತರಗೊಂಡರೆ ಅದು ಚಲಿಸಿತು ಎನ್ನಲಾಗುತ್ತದೆ. ಚಲನೆ ಪ್ರಕೃತಿಯಲ್ಲಿನ ಎಲ್ಲ ವಸ್ತುಗಳಿಗೂ ಅನ್ವಯಿಸುವ ಅತ್ಯಂತ ಸಾಮಾನ್ಯ ಸ್ಥಿತಿ. ಕಾಲದ ನೆಲೆಯಲ್ಲಿ ನಿರಂತರವಾಗಿ ಬದಲಾಗುತ್ತಿರುವ ಭೌತ ಘಟಕಗಳ ಅಭ್ಯಾಸವನ್ನು ಸೂಕ್ಷ್ಮವಾದ ಅವಲೋಕನದಿಂದಲೇ ಪರಿಚಯಮಾಡಿಕೊಳ್ಳಬಹುದು. ಕೆಲವು ನೇರವಾಗಿ ಗೋಚರಿಸಿದರೆ ಉಳಿದವುಗಳ ಅಭ್ಯಾಸಕ್ಕೆ ಅತ್ಯಾಧುನಿಕ ಉಪಕರಣಗಳು ಅಗತ್ಯ. ಚಂದ್ರ ಭೂಮಿಯ ಸುತ್ತ ಸುತ್ತಿದರೆ, ಚಂದ್ರ ಮತ್ತು ಭೂಮಿ ಒಟ್ಟಿಗೆ ಸೂರ್ಯನನ್ನು ಸುತ್ತುಹಾಕುತ್ತವೆ. ಸೂರ್ಯನಕ್ಷತ್ರವು ಸೌರಮಂಡಲದ ಗ್ರಹ ಸಮುದಾಯದೊಂದಿಗೆ ಕ್ಷೀರಪಥ ಗ್ಯಾಲಕ್ಸಿಯಲ್ಲಿ ಚಲಿಸುತ್ತಿದೆ. ಗಾಳಿಯಲ್ಲಿ ತೇಲುವ ಹಕ್ಕಿಗಳು, ಹೂವಿನಿಂದ ಹೂವಿಗೆ ಹಾರುವ ದುಂಬಿಗಳು, ಧೂಳಿನಕಣಗಳು, ಎಸೆದ ಚೆಂಡು ಮೇಲೆ ಹೋಗಿ ಕೆಳಕ್ಕೆ ಬೀಳುವುದೇ ಮುಂತಾದ ಚಲನೆಗಳು ಸರ್ವೇಸಾಮಾನ್ಯ. ನದಿಯಲ್ಲಿ ಹರಿಯುವ ನೀರು, ಧುಮ್ಮಿಕ್ಕುವ ಜಲಪಾತ, ಹನಿಯಾಗಿ ನೆಲಕ್ಕೆ ಬೀಳುವ ಮಳೆ ಎಲ್ಲವೂ ಚಲನೆಯಲ್ಲಿರುವುದನ್ನು ಗಮನಿಸಬಹುದು. ಇನ್ನು ಕಣ್ಣಿಗೆ ಕಾಣದ ಪರಮಾಣುವಿನಲ್ಲಿರುವ ಇಲೆಕ್ಟ್ರಾನುಗಳು ಕೂಡ ಸತತವಾಗಿ ಚಲಿಸುತ್ತಿರುವುದೆಂಬುದನ್ನು ಆಧುನಿಕ ವಿಜ್ಞಾನ ಸ್ಪಷ್ಟಪಡಿಸಿದೆ. ಹೀಗಾಗಿ ಮೊದಲು ಚಲನೆಯ ಅಭ್ಯಾಸ ಮತ್ತು ಅದನ್ನು ವಿವರಿಸಲು ಬೇಕಾದ ಪಾರಿಭಾಷಿಕ ಶಬ್ದಗಳು, ಚಲನೆಯ ಅಳತೆಗಳನ್ನು ತಿಳಿಸಿ, ನಂತರ ಚಲನೆಗೆ ಕಾರಣವನ್ನು ಹುಡುಕುವುದೇ ವೈಜ್ಞಾನಿಕ ವಿಧಾನ. ಇದರಿಂದಾಗಿಯೇ ಜಗತ್ಪ್ರಸಿದ್ಧವಾದ '**ಕಾರ್ಯ–ಕಾರಣ**' ನಿಯಮ ಜನ್ಮತಾಳಿದೆ.

'ಬಿಂದು' ವಸ್ತುವಿನ ಕಲ್ಪನೆ

ಮೇಲೆ ಹೇಳಿದ ಉದಾಹರಣೆಗಳಲ್ಲಿ ಕೆಲವು ವಸ್ತುಗಳು ಅಗಾಧ ಗಾತ್ರದವು, ಮತ್ತೆ ಕೆಲವು ಅತಿ ಸಣ್ಣವು. ಇಲ್ಲಿ ಮುಖ್ಯವಾಗಿ ಗಮನಿಸಬೇಕಾದದ್ದು, ವಸ್ತುವೊಂದು ಸಾಮಾನ್ಯವಾಗಿ ಅಳೆಯಬಹುದಾದ ಸಮಯದಲ್ಲಿ ಗತಿಸಿದ ದೂರಕ್ಕೆ ಹೋಲಿಸಿದಾಗಿನ ಗಾತ್ರ. ಉದಾಹರಣೆಗೆ ರೈಲುಗಾಡಿಯ ಉದ್ದವನ್ನು, ಅದು ಕ್ರಮಿಸುವ ನೂರಾರು ಕಿಲೋಮೀಟರ್ ಉದ್ದಕ್ಕೆ ಹೋಲಿಸಿದಾಗ, ಕಡೆಗಣಿಸಬಹುದು. ಹಾಗೆಯೇ ಚಂದ್ರ,

ಭೂಮಿ ತಮ್ಮ ಕಕ್ಷೆಯಲ್ಲಿ ಕ್ರಮಿಸುವ ದೂರಕ್ಕೆ ಹೋಲಿಸಿದಾಗ ಅವುಗಳ ಗಾತ್ರವನ್ನು ಗಣನೆಗೆ ತೆಗೆದುಕೊಳ್ಳದೇ ಇರಬಹುದು. ಈ ಹಿನ್ನೆಲೆಯಲ್ಲಿ ಚಲನೆಯನ್ನು ವಿವರಿಸುವಾಗ, ವಸ್ತುವೊಂದು ಭೂಮಿಯಷ್ಟು ದೊಡ್ಡದಿರಲಿ, ಸಾಸಿವೆಯಷ್ಟು ಸಣ್ಣದಿರಲಿ, ಅವುಗಳನ್ನು **'ಬಿಂದು'** ಅಂದರೆ ಗಾತ್ರವಿಲ್ಲದ್ದು ಎಂತಲೇ ಬಳಸಲಾಗಿದೆ. ಇನ್ನು ಮುಂದೆ ವಸ್ತು ಅಥವಾ ಬಿಂದು ಶಬ್ದಗಳನ್ನು ಸಮಾನಾರ್ಥದಲ್ಲಿ ಬಳಸಿದೆ.

ಸಾಪೇಕ್ಷ ಮತ್ತು ನಿರಪೇಕ್ಷ ಚಲನೆ

ವಸ್ತುವೊಂದು ತಾನಿದ್ದ ಬಿಂದುವಿನಿಂದ ಮತ್ತೊಂದು ಬಿಂದುವಿಗೆ ಕಾಲದ ನೆಲೆಯಲ್ಲಿ ಸ್ಥಳಾಂತರಗೊಂಡಾಗ ಅದು ಚಲಿಸಿತು ಎಂದೂ, ಇಲ್ಲದಿದ್ದಲ್ಲಿ ಅದು ಸ್ಥಿರ ಸ್ಥಿತಿಯಲ್ಲಿದೆ ಎಂದೂ ಹೇಳಲಾಗುತ್ತದೆ. ಈ ರೀತಿಯ ಚಲನೆ 'ನಿರಪೇಕ್ಷ' (absolute) ವೇ ಎಂದು ಯೋಚಿಸಬೇಕಾಗುತ್ತದೆ. ಒಂದು ವೇಳೆ ಚಲನೆಯು ವಸ್ತುವಿನ ಹಿನ್ನೆಲೆ ಅಥವಾ ಆಧಾರನೆಲೆಗಟ್ಟನ್ನು ಅವಲಂಬಿಸದೇ ಇದ್ದಲ್ಲಿ ಅದನ್ನು ನಿರಪೇಕ್ಷ ಚಲನೆಯೆನ್ನಬಹುದು. ಆದರೆ ವಸ್ತುಸ್ಥಿತಿಯೇ ಬೇರೆ. ರೈಲಿನಲ್ಲಿ ಪ್ರಯಾಣ ಮಾಡುತ್ತಿರುವ ವ್ಯಕ್ತಿ ತಾನು ಕುಳಿತಿರುವ ಡಬ್ಬಿಗೆ ಹೋಲಿಸಿದಾಗ ಸ್ಥಿರವಾಗಿರುವುದಾಗಿ ಭಾವಿಸಿದರೂ ಭೂಮಿಗೆ ಹೋಲಿಸಿದಾಗ ಚಲಿಸುತ್ತಿರುತ್ತಾನೆ. ಪ್ಲಾಟ್‌ಫಾರಂನಲ್ಲಿ ನಿಂತಿರುವ ವ್ಯಕ್ತಿಗೆ ಡಬ್ಬಿಯಲ್ಲಿ ಕುಳಿತಿರುವ ವ್ಯಕ್ತಿ ವೇಗವಾಗಿ ಸರಿದಂತೆ ಕಂಡರೆ ಡಬ್ಬಿಯಲ್ಲಿನ ವ್ಯಕ್ತಿಗೆ ಪ್ಲಾಟ್‌ಫಾರಂನಲ್ಲಿ ನಿಂತಿದ್ದ ಗೆಳೆಯ ಹಿಂದಕ್ಕೆ ಓಡುತ್ತಿರುವಂತೆ ಭಾಸವಾಗುತ್ತದೆ. ಹೀಗಾಗಿ **ಯಾವುದೇ ರೀತಿಯ ಚಲನೆ ಅಥವಾ ಸ್ಥಿರಸ್ಥಿತಿ (ಇದೂ ಒಂದು ರೀತಿಯ ಚಲನೆಯೆ) 'ಸಾಪೇಕ್ಷ' (Relative) ವಾಗಿರುತ್ತದೆ.**

ಅನೇಕ ಆಯಾಮಗಳಲ್ಲಿನ ಚಲನೆ

ಹಳಿಗಳ ಮೇಲೆ ಚಲಿಸುತ್ತಿರುವ ರೈಲುಬಂಡಿ, ರಸ್ತೆಯ ಮೇಲೆ ಚಲಿಸುವ ಕಾರು ಏಕ ಆಯಾಮ ಚಲನೆಗೆ ಉದಾಹರಣೆಗಳು. ಸರೋವರದ ಮೇಲೆ ಚಲಿಸುವ ದೋಣಿ, ಕೇರಂ ಬೋರ್ಡಿನ ಮೇಲೆ ಚಲಿಸುವ ಕಾಯಿ ಸಮತಲದಲ್ಲಿ ಎರಡು ಆಯಾಮಗಳಲ್ಲಿನ ಚಲನೆಗೆ ಕೆಲವು ಉದಾಹರಣೆಗಳು. ಇದೇ ರೀತಿ ಭೂಮಿಯ ತ್ರಿಜ್ಯಕ್ಕೆ ಹೋಲಿಸಬಹುದಾದಂತಹ ದೂರವನ್ನು ಕ್ರಮಿಸಿದಾಗಿನ ಚಲನೆ ಎರಡು ಆಯಾಮ ಚಲನೆಯಾಗಿದ್ದು ಅದು ಸಮತಲ ಚಲನೆಯಾಗುವುದಿಲ್ಲ. ಇನ್ನು ಅನಂತ ಆಕಾಶದಲ್ಲಿ, ವೈಜ್ಞಾನಿಕ ಪರಿಭಾಷೆಯಲ್ಲಿ ದೇಶ (space) ದಲ್ಲಿನ ಚಲನೆಗೆ ಮೂರು ಆಯಾಮ ಚಲನೆಯೆಂದು ಹೆಸರು. ಪ್ರಾರಂಭದಲ್ಲಿ ಏಕ ಆಯಮ ಚಲನೆಯನ್ನು ವಿವರಿಸಲಾಗಿದೆ. ಸರಳರೇಖೆಯಲ್ಲಿನ ಚಲನೆಯು ಇದಕ್ಕೆ ಉತ್ತಮ ಉದಾಹರಣೆ.

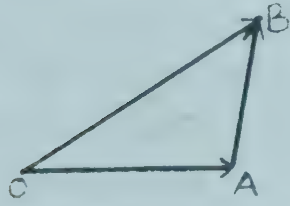
ಏಕಮುಖ ಸ್ಥಾನಾಂತರ

ಈ ಪ್ರಭೇದದ ಚಲನೆಯಲ್ಲಿ ವಸ್ತು ಹಾಗೂ ಅದರಲ್ಲಿನ ಕಣಗಳು ಪ್ರತಿಕ್ಷಣದಲ್ಲಿಯೂ ಏಕಮುಖವಾಗಿ ಅಂದರೆ ಸರಳರೇಖೆಯಲ್ಲಿ ಸ್ಥಳಾಂತರಗೊಳ್ಳುತ್ತವೆ.

ಗಾಳಿ ವೇಗವಾಗಿ ಬೀಸದಿರುವಾಗ ಬೀಳುತ್ತಿರುವ ಮಳೆಹನಿಗಳು ನಿಂತ ರೈಲಿನ ಡಬ್ಬಿಯಲ್ಲಿನ ವ್ಯಕ್ತಿಗೆ ನೇರವಾಗಿ ಬೀಳುತ್ತಿರುವಂತೆ ಕಂಡರೆ, ರೈಲು ಚಲಿಸಿದೊಡನೆಯೆ ಹನಿಗಳು ಓರೆಯಾಗಿ ಬೀಳುತ್ತಿರುವಂತೆ ಕಾಣುತ್ತದೆ. ಉರುಳುತ್ತಿರುವ ಚೆಂಡು ಸರಳ ಸ್ಥಾನಾಂತರಗೊಳ್ಳುವುದರ ಜೊತೆಗೆ ತನ್ನ ಅಕ್ಷದ ಸುತ್ತ ತಿರುಗುತ್ತಿರುತ್ತದೆ. ಇದಕ್ಕೆ ಭ್ರಮಣ (rotation) ಎಂದು ಹೆಸರು. ಗಡಿಯಾರದ ಲೋಲಕದ ಚಲನೆಯು ಕೂಡ ಸರಳ ಸ್ಥಾನಾಂತರ ಮತ್ತು ಆಂದೋಳನ (Vibration) ಗಳನ್ನು ಹೊಂದಿರುತ್ತದೆ.

ಏಕರೀತಿಯ (Uniform) ಚಲನೆ

ಸ್ಥಾನಪಲ್ಲಟ (Displacement)— ಒಂದು ವಸ್ತುವು ನಿರ್ದಿಷ್ಟ ದಿಕ್ಕಿನಲ್ಲಿ ಸ್ಥಳಾಂತರಗೊಂಡಾಗ ಅದನ್ನು **ಸ್ಥಾನಪಲ್ಲಟವೆಂದು** ಕರೆಯಲಾಗುತ್ತದೆ. ಇದೊಂದು **ಸದಿಶ** ಪರಿಮಾಣ. ಹೀಗಾಗಿ ಅದು ಚಲನೆಯ ದಿಕ್ಕನ್ನನುಸರಿಸಿ ಧನಾತ್ಮಕ ಅಥವಾ ಋಣಾತ್ಮಕವಾಗಿರಬಹುದು. ಚಿತ್ರ 2.1.1 ರಲ್ಲಿ ಒಂದು ವಸ್ತುವು O ಇಂದ A ಗೆ ಸ್ಥಾನಪಲ್ಲಟಗೊಂಡು ನಂತರB ಬಿಂದುವನ್ನು ತಲುಪಿದೆ. ಚಲಿಸುವ ವಸ್ತುವಿನ ಪ್ರಾರಂಭ ಸ್ಥಳವಾದ O ಬಿಂದುವಿನಿಂದ ಅಂತಿಮ ಸ್ಥಳವನ್ನು ಸೂಚಿಸುವ B ಬಿಂದುವನ್ನು ಸೇರಿಸುವ ಸರಳರೇಖೆಯು ಫಲಿತ ಸ್ಥಾನಪಲ್ಲಟದ ಅಳತೆ ಮತ್ತು ದಿಕ್ಕನ್ನು ಸೂಚಿಸುತ್ತದೆ.



ಚಿತ್ರ 2.1.1

ವಸ್ತುವು ಚಲನೆಯಿಂದಾಗಿ ಹೊರಟ ಸ್ಥಳಕ್ಕೆ ಮತ್ತೆ ಬಂದಲ್ಲಿ ಸ್ಥಾನಪಲ್ಲಟವು ಸೊನ್ನೆ ಆಗಿರುತ್ತದೆ.

$$\vec{OB} = \vec{OA} + \vec{AB}$$

ಜವ (Speed)

ಚಲಿಸುತ್ತಿರುವ ವಸ್ತುವು ಪ್ರತಿ ಸೆಕೆಂಡು ಕಾಲಾವಧಿಯಲ್ಲಿ ಕ್ರಮಿಸಿದ ದೂರವನ್ನು ತಿಳಿಸುವ ಭೌತಗುಣಕ್ಕೆ ಜವ ಎಂದು ಹೆಸರು. ಇದೊಂದು ಅದಿಶ; ಚಲನೆಯ ದಿಕ್ಕನ್ನು ಪರಿಗಣಿಸುವುದಿಲ್ಲ. ಇದು ಯಾವಾಗಲೂ ಧನಾತ್ಮಕವಾಗಿ ಅಥವಾ ಸೊನ್ನೆಯಾಗಿರಬಹುದೇ ಹೊರತು ಋಣಾತ್ಮಕ ಅಳತೆಯನ್ನು ಹೊಂದಲು ಸಾಧ್ಯವಿಲ್ಲ.

$$\text{ಜವ} = \frac{\text{ಚಲಿಸಿದ ದೂರ}}{\text{ತೆಗೆದುಕೊಂಡ ಕಾಲ}}$$

SI ಮಾನದಲ್ಲಿ ಇದನ್ನು ಮೀಟರ್ / ಸೆಕೆಂಡ್ (ms^{-1}) ಎಂದೂ CGS ಮಾನದಲ್ಲಿ ಸೆಂ. ಮೀಟರ್/ ಸೆಕೆಂಡ್ (cms^{-1}) ಮತ್ತು FPS ಮಾನದಲ್ಲಿ ಅಡಿ/ ಸೆಕೆಂಡ್ ಎಂದೂ ನಿರೂಪಿಸಲಾಗುತ್ತದೆ. ಚಲಿಸುತ್ತಿರುವ ವಸ್ತುವು, ಕಾಲದ ಅಂತರವು ಎಷ್ಟೇ ಕಡಿಮೆ ಇದ್ದಾಗಲೂ ಸಮದೂರವನ್ನು ಸಮಕಾಲದಲ್ಲಿ ಕ್ರಮಿಸಿದಾಗ ಏಕರೀತಿಯ (Uniform) ಜವವೆಂದೂ, ಹಾಗಿಲ್ಲದಿದ್ದಾಗ ಅನಿಯತ (Non-Uniform) ಜವವೆಂದೂ ವರ್ಗೀಕರಿಸಲಾಗುತ್ತದೆ.

ನಿತ್ಯಜೀವನದಲ್ಲಿ ಸರಾಸರಿ ಜವದ ಮೌಲ್ಯವನ್ನು ಹೇಳುವುದು ರೂಢಿ. ಉದಾಹರಣೆಗೆ ಮೋಟಾರ್ ಸೈಕಲ್ ಗಂಟೆಗೆ 60 km ಚಲಿಸುತ್ತದೆ ಎಂದಾಗ,

$$\text{ಸರಾಸರಿ ಜವ} = \frac{\text{ಕ್ರಮಿಸಿದ ಒಟ್ಟು ದೂರ}}{\text{ತೆಗೆದುಕೊಂಡ ಒಟ್ಟು ಕಾಲ}} = \frac{60\text{km}}{1 \text{ ಗಂಟೆ}}$$

ವೇಗ (Velocity)

ನಿರ್ದಿಷ್ಟವಾದ ದಿಕ್ಕಿನಲ್ಲಿ ಚಲಿಸುತ್ತಿರುವ ವಸ್ತುವು ಕಾಲ ಸರಿದಂತೆ ಕ್ರಮಿಸುವ ದೂರದ ಅಳತೆಗೆ ವೇಗವೆಂದು ಹೆಸರು. ಇದೊಂದು ಸದಿಶ.

ಕಾಲದ ಅಂತರವು ಎಷ್ಟೇ ಕಡಿಮೆ ಇದ್ದಾಗಲೂ, ನಿರ್ದಿಷ್ಟ ದಿಕ್ಕಿನಲ್ಲಿ ಚಲಿಸುತ್ತಿರುವ ವಸ್ತುವು ಸಮದೂರವನ್ನು ಸಮಕಾಲದಲ್ಲಿ ಕ್ರಮಿಸಿದಾಗ ಏಕರೀತಿಯ ವೇಗವೆಂದು ಕರೆಯಲಾಗುತ್ತದೆ. ವೇಗದ ಪರಿಮಾಣದಲ್ಲಾಗಲೀ ಅಥವಾ ದಿಕ್ಕಿನಲ್ಲಾಗಲೀ ಬದಲಾವಣೆಯಾದಾಗ ಅಥವಾ ಎರಡೂ ಒಟ್ಟಿಗೆ ವ್ಯತ್ಯಾಸವಾದಾಗ ಅನಿಯತ ವೇಗವೆಂದು ಕರೆಯಲಾಗುತ್ತದೆ. SI ಮಾನದಲ್ಲಿ ವೇಗದ ಮೂಲಮಾನ ಮೀಟರ್ / ಸೆಕೆಂಡ್ (ms^{-1}) ಆಗಿರುತ್ತದೆ.

$$\text{ಸರಾಸರಿ ವೇಗ} = \frac{\text{ಕ್ರಮಿಸಿದ ಒಟ್ಟು ದೂರ}}{\text{ತೆಗೆದುಕೊಂಡ ಒಟ್ಟು ಕಾಲ}}$$

ವೇಗೋತ್ಕರ್ಷ (Acceleration)

ಚಲಿಸುತ್ತಿರುವ ವಸ್ತುವಿನ (ಭೌತಕಣದ) ವೇಗದ ಪ್ರಮಾಣದಲ್ಲಿ ಅಥವಾ ದಿಕ್ಕಿನಲ್ಲಿ, ಅಥವಾ ಎರಡರಲ್ಲೂ ಬದಲಾವಣೆಯಾದಾಗ ಅದು ವೇಗೋತ್ಕರ್ಷ ಹೊಂದಿದೆ ಎಂದು ಕರೆಯಲಾಗುತ್ತದೆ.

$$\text{ಸಮವೇಗೋತ್ಕರ್ಷ} = \frac{\text{ವೇಗದಲ್ಲಿನ ವ್ಯತ್ಯಾಸ}}{\text{ಬದಲಾವಣೆಗೆ ತೆಗೆದುಕೊಂಡ ಕಾಲ}} = (ms^{-2})$$

ಕಾಲದ ಅಂತರವು ಎಷ್ಟೇ ಕಡಿಮೆ ಇದ್ದಾಗಲೂ, ವಸ್ತುವಿನ ವೇಗವು ಸಮಕಾಲದಲ್ಲಿ ಸಮಬದಲಾವಣೆಯನ್ನು ಹೊಂದಿದ್ದಲ್ಲಿ ಅದು ಸಮವೇಗೋತ್ಕರ್ಷದಿಂದ ಚಲಿಸುತ್ತಿದೆ ಎನ್ನಲಾಗುತ್ತದೆ. ಈ ರೀತಿಯಲ್ಲಿ ಬದಲಾವಣೆ ಆಗದಿದ್ದಾಗ ಅನಿಯತ ವೇಗೋತ್ಕರ್ಷವೆಂದು ಕರೆಯಲಾಗುತ್ತದೆ.

ಒಂದು ವಸ್ತುವಿನ ವೇಗವು t ಸೆಕೆಂಡುಗಳಲ್ಲಿ u ಇಂದ v ಗೆ ಹೆಚ್ಚಿದರೆ

$$\text{ಸಮವೇಗೋತ್ಕರ್ಷ} = \frac{\text{ವೇಗದ ವ್ಯತ್ಯಾಸ}}{\text{ತೆಗೆದುಕೊಂಡ ಕಾಲ}}$$

$$a = \frac{v-u}{t}$$

ಸ್ಥಿರ ವೇಗೋತ್ಕರ್ಷ

ವೇಗದ ದಿಕ್ಕಿನಲ್ಲಿಯೇ ಸಮವೇಗೋತ್ಕರ್ಷವಾದಾಗ ಅದನ್ನು ಸ್ಥಿರವೇಗೋತ್ಕರ್ಷ ವೆನ್ನಲಾಗುತ್ತದೆ. ಇಂತಹ ಸಂದರ್ಭದಲ್ಲಿ ವೇಗದ ಪ್ರಮಾಣದಲ್ಲಿ ಮಾತ್ರ ವ್ಯತ್ಯಾಸವಾಗುತ್ತದೆ. ಗುರುತ್ವ ವೇಗೋತ್ಕರ್ಷ 'g' ಇದಕ್ಕೆ ಉತ್ತಮ ಉದಾಹರಣೆ.

ಸರಳರೇಖಾ ಚಲನೆಯ ಸಮೀಕರಣಗಳು

ಸರಳರೇಖೆಯಲ್ಲಿ ಚಲಿಸುತ್ತಿರುವ ವಸ್ತುವಿನ ಆರಂಭವೇಗ u ಆಗಿದ್ದು ಕಾಲಾವಧಿ t ಸೆಕೆಂಡುಗಳಲ್ಲಿ ಅಂತಿಮ ವೇಗ v ಆಗಿರಲಿ. ಸಮವೇಗೋತ್ಕರ್ಷ a ಇದ್ದು ಚಲಿಸಿದ ದೂರವು s ಆದಾಗ ಕೆಳಗೆ ಕೊಟ್ಟಿರುವ ಸಮೀಕರಣಗಳನ್ನು ನಿಷ್ಪತ್ತಿಸಬಹುದು.

1. t ಕಾಲದಲ್ಲಿ ವೇಗ

ವೇಗೋತ್ಕರ್ಷದ ನಿರೂಪಣೆಯ ಪ್ರಕಾರ :

$$a = \frac{v-u}{t}$$

$$\therefore v = u + at$$

2. t ಕಾಲದಲ್ಲಿ ಕ್ರಮಿಸಿದ ದೂರ S

ಅನಿಯತ ವೇಗದ ಚಲನೆಯಿದ್ದಾಗ

$$\text{ಸರಾಸರಿ ವೇಗ} = \frac{\text{ಕ್ರಮಿಸಿದ ಒಟ್ಟು ದೂರ}}{\text{ತೆಗೆದುಕೊಂಡ ಒಟ್ಟು ಕಾಲ}}$$

ಸಮವೇಗೋತ್ಕರ್ಷವಿದ್ದಾಗ

ಸರಾಸರಿ ವೇಗ $= (u + v) / 2$

$\therefore (u + v) / 2 = s/t$ ಅಥವಾ

$s = (u + v)\, t / 2 = (u + u + at)\, t / 2 \; [\; v = u + at \;]$

ಆದ್ದರಿಂದ $s = ut + \frac{1}{2} at^2$

3. S ದೂರ ಚಲಿಸಿದಾಗ ಪಡೆದುಕೊಂಡ ವೇಗ

$$\text{ಸರಾಸರಿ ವೇಗ} = \frac{\text{ಕ್ರಮಿಸಿದ ಒಟ್ಟು ದೂರ}}{\text{ತೆಗೆದುಕೊಂಡ ಒಟ್ಟು ಕಾಲ}}$$

$(u + v) /2 = s/t$ ಅಥವಾ $(u + v)\, t = 2S$

ಆದರೆ $a = \frac{v - u}{t}$ ಆದ್ದರಿಂದ $t = (v - u) / a$

$\therefore\ (u + v)(v - u) / a = 2S$

ಅಂದರೆ $(v^2 - u^2) = 2\ as$ ಅಥವಾ $v^2 = u^2 + 2\ as$

4. ಚಲನೆಯ n^{th} ಸೆಕೆಂಡಿನಲ್ಲಿ ಕ್ರಮಿಸಿದ S_n ದೂರ

ಚಲನೆಯ n^{th} ಸೆಕೆಂಡಿನಲ್ಲಿ ಕ್ರಮಿಸುವ ದೂರವು n ಸೆಕೆಂಡಿನಲ್ಲಿ ಕ್ರಮಿಸಿದ ದೂರಕ್ಕೂ ಮತ್ತು n -1 ಸೆಕೆಂಡಿನಲ್ಲಿ ಕ್ರಮಿಸಿದ ದೂರಕ್ಕೂ ಇರುವ ವ್ಯತ್ಯಾಸಕ್ಕೆ ಸಮನಾಗಿರುತ್ತದೆ.

$S_n = (un + \frac{1}{2} an^2) - [\ u(n-1) + \frac{1}{2} a (n-1)^2\ ]$

$= u + an - \frac{1}{2} a$

ಆದ್ದರಿಂದ $S_n = u + a/2\ (2n - 1)$

5. ಸಮವೇಗೋತ್ಕರ್ಷದಲ್ಲಿ ಚಲಿಸುತ್ತಿರುವ ವಸ್ತುವು ಮೊದಲ t ಸೆಕೆಂಡುಗಳಲ್ಲಿ S_1 ದೂರವನ್ನೂ, ನಂತರದ t ಸೆಕೆಂಡುಗಳಲ್ಲಿ S_2 ದೂರವನ್ನೂ ಕ್ರಮಿಸಿದರೆ;

$s_1 = ut + \frac{1}{2} at^2$

$s_1 + s_2 = u(2t) + \frac{1}{2} a (2t)^2 = 2ut + 2\ at^2$

$s_1 + s_2 - 2s_1 = at^2$ ಅಂದರೆ $s_2 - s_1 = at^2$

ಆದ್ದರಿಂದ $a = (s_2 - s_1) / t^2$

6. ಗುರುತ್ವಾಕರ್ಷಣದಲ್ಲಿನ ಚಲನೆಯನ್ನು ವಿವರಿಸುವಾಗ ಚಲನೆಯ ಸಮೀಕರಣಗಳಲ್ಲಿ ಕೆಳಗೆ ಸೂಚಿಸಿರುವ ಬದಲಾವಣೆಗಳನ್ನು ಮಾಡಿಕೊಳ್ಳಬೇಕು.

a) $a = g$

b) $S = h$ (ಎತ್ತರ)

c) ನಿಶ್ಚಲ ಸ್ಥಿತಿಯಿಂದ ವಸ್ತುವು ಕೆಳಕ್ಕೆ ಬೀಳುವಾಗ $u = 0$

d) ಮೇಲಕ್ಕೆಸೆದ ವಸ್ತುವು ಗರಿಷ್ಠ ಎತ್ತರ ತಲುಪಿದ ಕ್ಷಣದಲ್ಲಿ $v = 0$

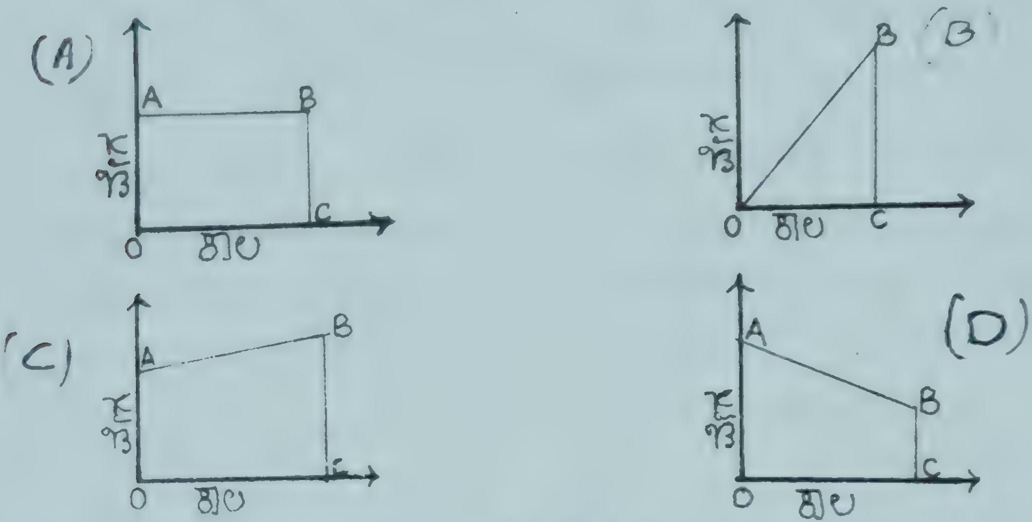
e) ವೇಗ ಮತ್ತು ವೇಗೋತ್ಕರ್ಷಗಳು ಸದಿಶಗಳಾದ್ದರಿಂದ ಅಧೋಮುಖ ಚಲನೆಗೆ ಧನಚಿಹ್ನೆ ಬಳಸಿದರೆ ಊರ್ಧ್ವಮುಖ ಚಲನೆಗೆ ಋಣ ಚಿಹ್ನೆಯನ್ನು ಬಳಸಬೇಕು.

ವೇಗ-ಕಾಲ ರೇಖಾನಕ್ಷೆ

ಚಲಿಸುತ್ತಿರುವ ವಸ್ತುವಿನ ವೇಗವನ್ನು ಬೇರೆ ಬೇರೆ ಕ್ಷಣಗಳಲ್ಲಿ ಅಳೆದು, ಕಾಲವನ್ನು x – ಅಕ್ಷದಲ್ಲಿಯೂ ಮತ್ತು ವೇಗವನ್ನು y – ಅಕ್ಷದಲ್ಲಿಯೂ

ಗುರುತುಪಡಿಸಿ ಪಡೆಯುವ ನಕ್ಷೆಗೆ ವೇಗ-ಕಾಲ ನಕ್ಷೆಯೆಂದು ಹೆಸರು.

ವಿವಿಧ ವೇಗದ ಚಲನೆಯನ್ನು ವಿವರಿಸುವ v – t ನಕ್ಷೆಗಳನ್ನು ಕೆಳಗೆಕೊಟ್ಟಿದೆ.



ಚಿತ್ರ 2.1.2

ಮೇಲಿನ ಚಿತ್ರದಲ್ಲಿ (a) ಸಮವೇಗ ಚಲನೆಯಿದ್ದಾಗ (b) ಆರಂಭವೇಗ ಶೂನ್ಯವಾಗಿದ್ದು, ಸಮವೇಗೋತ್ಕರ್ಷ ಚಲನೆಯಿದ್ದಾಗ (c) ಆರಂಭವೇಗ ಶೂನ್ಯವಾಗಿರದೆ, ಸಮವೇಗೋತ್ಕರ್ಷ ಚಲನೆಯಿದ್ದಾಗ (d) ಸಮವೇಗಾಪಕರ್ಷದಲ್ಲಿ ಚಲನೆಯಿದ್ದಾಗಿನ v – t ನಕ್ಷೆಗಳನ್ನು ಕೊಟ್ಟಿದೆ.

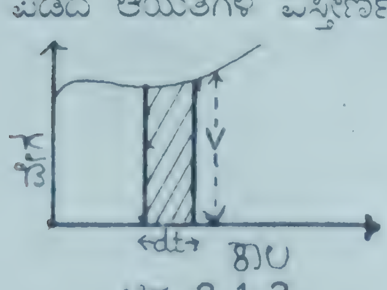
ಸಮವೇಗ ಚಲನೆಯಿದ್ದಾಗ ಕ್ರಮಿಸಿದ ದೂರ S ಅನ್ನು

S = ವೇಗ x ಕಾಲ ಅಂದರೆ S = vt ಸಮೀಕರಣದಿಂದ ಕಂಡುಹಿಡಿಯಬಹುದು.

ಚಿತ್ರ 2.1.2(a) ನಲ್ಲಿ OA ಸಮವೇಗವನ್ನೂ ಮತ್ತು OC ಕಾಲವನ್ನೂ ಸೂಚಿಸುತ್ತವೆ.

∴ S = OA x OC = OABC ಯ ವಿಸ್ತೀರ್ಣ. ಹೀಗಾಗಿ, ವೇಗ-ಕಾಲನಕ್ಷೆ ಮತ್ತು ಕಾಲಸೂಚಿ ಅಕ್ಷಗಳನ್ನೊಳಗೊಂಡ ವಿಸ್ತೀರ್ಣವು ನಿರ್ದಿಷ್ಟಕಾಲದಲ್ಲಿ ವಸ್ತುವು ಕ್ರಮಿಸಿದ ದೂರವನ್ನು ಸೂಚಿಸುತ್ತದೆ. ಈ ಫಲಿತಾಂಶವು ಯಾವುದೇ ಆಕಾರದ v – t ನಕ್ಷೆಗೆ ಅನ್ವಯಿಸುತ್ತದೆ.

ಅನಿಯತ ವೇಗವಿದ್ದಾಗ ಕೂಡ v – t ನಕ್ಷೆಯನ್ನೊಳಗೊಂಡ ವಿಸ್ತೀರ್ಣವನ್ನು ಆಯತಗಳನ್ನಾಗಿ ವಿಭಾಜಿಸಿದರೆ ಪ್ರತಿಯೊಂದು ಆಯತದ ವಿಸ್ತೀರ್ಣವೂ ಅತಿ ಕಡಿಮೆ ಕಾಲಾವಧಿ dt ಯಲ್ಲಿ ಕ್ರಮಿಸಿದ ದೂರವನ್ನು ತಿಳಿಸುತ್ತದೆ. ಒಟ್ಟು ದೂರವನ್ನು ಈ ರೀತಿ ಪಡೆದ ಆಯತಗಳ ವಿಸ್ತೀರ್ಣದ ಮೊತ್ತದಿಂದ ಕಂಡುಹಿಡಿಯಬಹುದು.



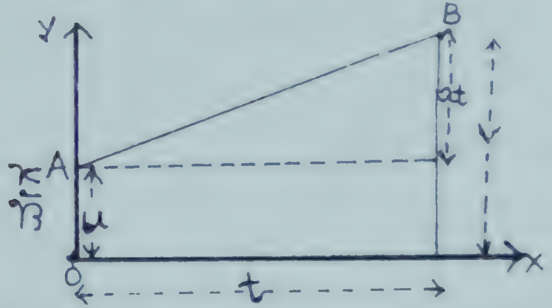
ಚಿತ್ರ 2.1.3

$$ds = v \times dt$$

$$S = \sum ds$$

v – t ನಕ್ಷೆಯಿಂದ ದೂರವನ್ನು ಲೆಕ್ಕಿಸುವ ರೀತಿ.

ಸಮವೇಗೋತ್ಕರ್ಷ ಚಲನೆಯಲ್ಲಿರುವ ವಸ್ತುವಿನ v – t ನಕ್ಷೆ AB ಯನ್ನು ಚಿತ್ರ 2.1.4 ರಲ್ಲಿ ಕೊಟ್ಟಿದೆ. ಚಿತ್ರದಲ್ಲಿ



ಚಿತ್ರ 2.1.4 ಕಾಲ

OA ಆರಂಭವೇಗ u

OC ಕಾಲಾವಧಿ t

CB, t ಕಾಲಾವಧಿಯಲ್ಲಿನ ವೇಗ V

ಕ್ರಮಿಸಿದ ದೂರ S = OABC ಯ ವಿಸ್ತೀರ್ಣ

$S = \frac{1}{2}(OA + CB)\,OC$

$= \frac{1}{2}(u + v)\,t$

$= \frac{1}{2}(u + u + at)\,t \ [\because v = u + at]$

ಆದ್ದರಿಂದ $S = ut + \frac{1}{2}at^2$

ವಿ. ಸೂ : ಆರಂಭವೇಗವು ಶೂನ್ಯವಾಗಿದ್ದಲ್ಲಿ $S = \frac{1}{2}at^2$

ಚಿತ್ರ 2.1.2 (b) ಯಲ್ಲಿನ ತ್ರಿಭುಜದ ವಿಸ್ತೀರ್ಣ $= \frac{1}{2}at^2$

ಉದಾಹರಣೆಗಳು

1. ಸಮವೇಗೋತ್ಕರ್ಷದಿಂದ ಚಲಿಸುತ್ತಿರುವ ವಸ್ತುವಿನ ವೇಗವು 10 Sec ಗಳಲ್ಲಿ $10\ ms^{-1}$ ನಿಂದ $30\ ms^{-1}$ ಗೆ ಬದಲಾಗುತ್ತದೆ. ವಸ್ತುವಿನ ವೇಗೋತ್ಕರ್ಷವನ್ನೂ ಕ್ರಮಿಸಿದ ದೂರವನ್ನೂ ಕಂಡುಹಿಡಿಯಿರಿ.

$u = 10\ ms^{-1}$ $v = 30\ ms^{-1}$ $t = 10$ Sec

$$a = \frac{v - u}{t} = \frac{30 - 10}{10} = 2$$

$\therefore$ ವೇಗೋತ್ಕರ್ಷ $2\ ms^{-2}$

$S = ut + \frac{1}{2}at^2 = 10(10) + \frac{1}{2} \times 2 \times 10^2 = 200m$

ಕ್ರಮಿಸಿದ ದೂರ 200m

2. ಸಮವೇಗೋತ್ಕರ್ಷದಲ್ಲಿ ಚಲಿಸುತ್ತಿರುವ ವಸ್ತುವಿನ ವೇಗವು $15\ ms^{-1}$ ನಿಂದ $25\ ms^{-1}$ ಗೆ ಅಧಿಕಗೊಂಡಿದೆ. ಈ ಅವಧಿಯಲ್ಲಿ ಅದು ಕ್ರಮಿಸಿದ ದೂರವು 160m ಆದರೆ, ವೇಗೋತ್ಕರ್ಷವನ್ನು ಮತ್ತು ಅವಧಿಯನ್ನು ಲೆಕ್ಕಿಸಿ.

$u = 15\ ms^{-1}$ $v = 25\ ms^{-1}$ $s = 160m$

$v^2 = u^2 + 2as$; $a = \frac{v^2 - u^2}{2s}$

$$a = \frac{25^2 - 15^2}{2 \times 160} = 1.25$$

$\therefore$ ವೇಗೋತ್ಕರ್ಷ = $1.25\ ms^{-2}$

$V = u + at$; $t = (v - w) / a = (25 - 15) / 1.25$

$\therefore$ ಕಾಲಾವಧಿ = 8 sec.

3. ಒಂದು ವಸ್ತುವು $8\ ms^{-1}$ ಆರಂಭವೇಗದಿಂದ 6 sec ಕಾಲ $3ms^{-2}$ ಸಮವೇಗೋತ್ಕರ್ಷದಲ್ಲಿ ಚಲಿಸಿದರೆ, ಆ ಅವಧಿಯಲ್ಲಿ ಅದು ಚಲಿಸಿದ ದೂರವೆಷ್ಟು ? ಅದು 5 ನೆಯ ಸೆಕೆಂಡಿನಲ್ಲಿ ಕ್ರಮಿಸಿದ ದೂರವೆಷ್ಟು?

$u = 8\ ms^{-1}$ $a = 3\ ms^{-2}$ $t = 6$ Sec

$S = ut + \frac{1}{2} at^2 = 8 \times 6 + \frac{1}{2} \times 3 \times 6^2 = 102$

$\therefore$ ಕ್ರಮಿಸಿದ ದೂರ 102m

$$Sn = u + \frac{a}{2}(2n - 1)$$

$$= 8 + \frac{3}{2}(2 \times 5 - 1) = 21.5$$

5 ನೆಯ ಸೆಕೆಂಡಿನಲ್ಲಿ ಕ್ರಮಿಸಿದ ದೂರ = 21.5m

4. ಸಮವೇಗೋತ್ಕರ್ಷದಲ್ಲಿ ಚಲಿಸುತ್ತಿರುವ ವಸ್ತುವು 5 ನೆಯ ಮತ್ತು 3 ನೆಯ ಸೆಕೆಂಡುಗಳಲ್ಲಿ ಅನುಕ್ರಮವಾಗಿ 23.5m ಮತ್ತು 17.5 m ಕ್ರಮಿಸುತ್ತದೆ. ವಸ್ತುವಿನ ವೇಗೋತ್ಕರ್ಷ ಮತ್ತು ಆರಂಭವೇಗವನ್ನು ಕಂಡುಹಿಡಿಯಿರಿ.

$n_1 = 5$ Sec, $s_1 = 23.5m$

$n_2 = 3$ Sec, $s_2 = 17.5m$

$$S_1 = u + \frac{a}{2}(2n_1 - 1) = u + \frac{a}{2}(2 \times 5 - 1)$$

$23.5 = u + \frac{9a}{2}$ ಅಥವಾ $2u + 9a = 47$ ....(1)

$$S_2 = u + \frac{a}{2}(2n_2 - 1) = u + \frac{a}{2}(2 \times 3 - 1)$$

$17.5 = u + \frac{5a}{2}$ ಅಥವಾ $2u + 5a = 35$ .....(2)

ಸಮೀಕರಣಗಳು (1) ಮತ್ತು(2) ರಿಂದ $a = 3$

∴ ವೇಗೋತ್ಕರ್ಷ $= 3\ ms^{-2}$

ಆದೇ ರೀತಿ $2u + 9 \times 3 = 47$

$u = 10$

∴ ಆರಂಭವೇಗ $= 10\ ms^{-1}$

5. ಒಂದು ಕಟ್ಟಡದ ಮೇಲಿನಿಂದ ಸ್ಥಿರ ಸ್ಥಿತಿಯಲ್ಲಿದ್ದ ಕಲ್ಲೊಂದು ಕೆಳಗೆ ಬಿಟ್ಟ ನಂತರ 2 Sec ಅವಧಿಯಲ್ಲಿ ಕಟ್ಟಡದ ತಳವನ್ನು ಮುಟ್ಟುತ್ತದೆ. ಕಟ್ಟಡದ ಎತ್ತರವೆಷ್ಟು? ಕಲ್ಲು ತಳವನ್ನು ಮುಟ್ಟಿದಾಗಿನ ವೇಗವೆಷ್ಟು? ಗುರುತ್ವವೇಗೋತ್ಕರ್ಷವು $9.8\ ms^{-2}$ ಎಂದು ಭಾವಿಸಿ.

ಆರಂಭವೇಗ $u = 0$

$t = 2$ Sec

$g = 9.8\ ms^{-2}$

ಎತ್ತರ $h = ?$

$v = ?$

$h = ut + \frac{1}{2} gt^2 = 0 + \frac{1}{2} \times 9.8 \times 2^2 = 19$

∴ ಕಟ್ಟಡದ ಎತ್ತರ = 19m

$v = u + gt = 0 + 9.8 \times 2 = 19$

∴ ಅಂತಿಮ ವೇಗ = 19m

6. 4.9m/s ವೇಗದಲ್ಲಿ ಮೇಲೇರುತ್ತಿರುವ ಬಲೂನಿನಿಂದ ಒಂದು ಮರಳು ಚೀಲವನ್ನು ಕೆಳಕ್ಕೆ ಹಾಕಿದೆ. ಅದು ಭೂಮಿಯನ್ನು 10 Sec ಗಳಲ್ಲಿ ತಲುಪಿದರೆ ಚೀಲವನ್ನು ಕೆಳಕ್ಕೆ ಹಾಕಿದಾಗ ಬಲೂನ್ ಭೂಮಿಯಿಂದ ಎಷ್ಟು ಎತ್ತರದಲ್ಲಿತ್ತು ? $g = 9.8\ ms^{-2}$

$u = -4.9$m/Sec, $t = 10$ Sec $a = g = 9.8\ ms^{-2}$

$h = ut + \frac{1}{2} gt^2 = -4.9 \times 10 + \frac{1}{2} \times 9.8 \times 10^2 = 441$

∴ ಬಲೂನ್ ಇದ್ದ ಎತ್ತರ 441m

7. ಒಂದು ಕಟ್ಟಡದ ಮೇಲಿನಿಂದ $19.6\ ms^{-1}$ ವೇಗದಲ್ಲಿ ಮೇಲಕ್ಕೆಸೆದ ವಸ್ತುವು 6 ಸೆಕೆಂಡುಗಳ ನಂತರ ಕಟ್ಟಡದ ತಳಮುಟ್ಟಿದರೆ ಅದರ ಎತ್ತರವೆಷ್ಟು? $g = 9.8\ ms^{-2}$

ಸೂಚನೆ : ಈ ರೀತಿಯ ಲೆಕ್ಕಮಾಡುವಾಗ ವೇಗ ಮತ್ತು ವೇಗೋತ್ಕರ್ಷಗಳಿಗೆ ಅಧೋಮುಖಿ ಚಲನೆಯಿದ್ದಾಗ ಧನಚಿಹ್ನೆಯನ್ನೂ ಊರ್ಧ್ವಮುಖಿ ಚಲನೆಗೆ ಋಣ ಚಿಹ್ನೆಯನ್ನೂ ಬಳಸಿದರೆ ಸುಲಭವಾಗಿ ಉತ್ತರ ಕಂಡುಹಿಡಿಯಬಹುದು.

$u = -19.6 m/Sec, t = 6 Sec\ a = g = 9.8\ ms^{-2}$

$h = ut + \frac{1}{2} gt^2 = -19.6 \times 6 + \frac{1}{2} \times 9\ 8 \times 6^2 = 58.8$

∴ ಕಟ್ಟಡದ ಎತ್ತರ 58.8m

8. ಬೆಂಗಳೂರಿನಿಂದ ಉತ್ತರ-ದಕ್ಷಿಣ ದಿಕ್ಕಿನಲ್ಲಿ ಎರಡು ಸಮಾಂತರದ ರೈಲು ಹಾದಿಗಳಿವೆ. ಉತ್ತರ ದಿಕ್ಕಿಗೆ ಒಂದು ರೈಲು (A) ಗಂಟೆಗೆ 54km ವೇಗದಲ್ಲಿ ಓಡುತ್ತಿದೆ. ಮತ್ತೊಂದು ರೈಲು (B) ದಕ್ಷಿಣ ದಿಕ್ಕಿಗೆ ಗಂಟೆಗೆ 90km ವೇಗದಲ್ಲಿ ಓಡುತ್ತಿದೆ. ಹಾಗಾದರೆ:

a) A ಗೆ ಹೋಲಿಸಿದಾಗಿನ B ಯ ಸಾಪೇಕ್ಷವೇಗವೆಷ್ಟು?

b) B ಗೆ ಹೋಲಿಸಿದಾಗ ಭೂಮಿಯ ಸಾಪೇಕ್ಷವೇಗವೆಷ್ಟು?

c) A ರೈಲಿನ ಛಾವಣಿಯ ಮೇಲೆ ಕೋತಿಯೊಂದು ರೈಲು ಚಲಿಸುತ್ತಿರುವ ವಿರುದ್ಧ ದಿಕ್ಕಿನಲ್ಲಿ ಓಡುತ್ತಿದೆ. A ಗೆ ಸಂಬಂಧಿಸಿದ ಹಾಗೆ ಕೋತಿಯ ವೇಗ ಗಂಟೆಗೆ 18 km. ಭೂಮಿಯ ಮೇಲೆ ನಿಂತು ನೋಡುತ್ತಿರುವ ವ್ಯಕ್ತಿಯ ದೃಷ್ಟಿಯಲ್ಲಿ ಕೋತಿಯ ವೇಗವೆಷ್ಟು?

$$v_A = +54\ km/h = 15 ms^{-1}$$
$$v_B = -90\ km/h = -25 ms^{-1}$$

a) A ಗೆ ಹೋಲಿಸಿದಾಗಿನ B ಯ ಸಾಪೇಕ್ಷವೇಗ $= V_B - V_A = -40\ ms^{-1}$ ಅಂದರೆ, A ರೈಲಿನಲ್ಲಿರುವವರಿಗೆ B ರೈಲು ಉತ್ತರದಿಂದ ದಕ್ಷಿಣ ದಿಕ್ಕಿನ ಕಡೆಗೆ $40\ ms^{-1}$ ವೇಗದಲ್ಲಿ ಓಡುತ್ತಿರುವಂತೆ ಕಾಣುತ್ತದೆ ಎಂದು ಅರ್ಥ.

b) B ಗೆ ಹೋಲಿಸಿದಾಗ ಭೂಮಿಯ ಸಾಪೇಕ್ಷವೇಗ $= O - V_B = 25 ms^{-1}$

c) ಭೂಮಿಗೆ ಸಂಬಂಧಿಸಿದಹಾಗೆ ಕೋತಿಯ ವೇಗವು V_M ಆಗಿರಲಿ. A ಗೆ ಸಂಬಂಧಿಸಿದ ಹಾಗೆ ಕೋತಿಯ ಸಾಪೇಕ್ಷವೇಗ $= V_M - V_A = -18 km/h = -15 ms^{-1}$

$$\therefore\ V_M = (15-5) = 10 ms^{-1}$$

9. ಏಕಕಾಲದಲ್ಲಿ ಎರಡು ಚೆಂಡುಗಳು ಎಸೆಯಲ್ಪಟ್ಟಿವೆ. ಚೆಂಡು (A) ಭೂಮಿಯಿಂದ ಮೇಲಕ್ಕೆ ನೇರವಾಗಿ $20 ms^{-1}$ ವೇಗದಿಂದ ಎಸೆಯಲ್ಪಟ್ಟರೆ, ಚೆಂಡು (B)

ಯನ್ನು 40m ಎತ್ತರದಿಂದ ಕೆಳಕ್ಕೆ (A) ಚಲಿಸುವ ದಿಕ್ಕಿನಲ್ಲಿ ಅದೇ ವೇಗದಿಂದ ಎಸೆದಿದೆ. ಅವು ಎಲ್ಲಿ ಡಿಕ್ಕಿ ಹೊಡೆಯುತ್ತವೆ? $g = 9.8\ ms^{-2}$

ಎರಡೂ ಚೆಂಡುಗಳು t ಸೆಕೆಂಡುಗಳ ನಂತರ c ನಲ್ಲಿ ಡಿಕ್ಕಿಹೊಡೆಯಲಿ. ಭೂಮಿಯಿಂದ c ನ ದೂರ (40-x) ಆಗಿರಲಿ.

$x = 20t + \frac{1}{2}(9.8)t^2$ ----(1)

$(40-x) = 20t + \frac{1}{2}(9.8)t^2$ ----(2)

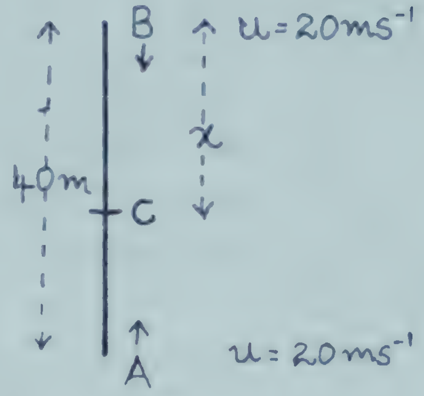
$u = 20\ ms^{-1}$

$\therefore\ 40 = 40t$ ಅಥವಾ $t = 1s$

ಮತ್ತು $x = 24.9$ m

ಚೆಂಡುಗಳು ಭೂಮಿಯಿಂದ

$(40-24.9) = 15.1$m ನಲ್ಲಿ ಡಿಕ್ಕಿ ಹೊಡೆಯುತ್ತವೆ.



10. ಬಸ್ಸಿನಲ್ಲಿ ಪ್ರಯಾಣ ಮಾಡುವಾಗ ಎರಡು ಊರುಗಳಿಗಿರುವ ಮೊದಲನೆಯ ಅರ್ಧದೂರವನ್ನು 40km/hr ವೇಗದಲ್ಲಿಯೂ ಉಳಿದರ್ಧ ದೂರವನ್ನು 60km/hr ವೇಗದಲ್ಲಿಯೂ ಪ್ರಯಾಣ ಮಾಡಿದಲ್ಲಿ, ಬಸ್ಸಿನ ಸರಾಸರಿ ವೇಗವೆಷ್ಟು ?

ಸರಾಸರಿ ವೇಗ = ಒಟ್ಟು ದೂರ / ಒಟ್ಟು ಕಾಲ

ಎರಡು ಊರುಗಳ ಮಧ್ಯದ ದೂರ x km ಆಗಿರಲಿ. ಅರ್ಧದೂರವನ್ನು ಕ್ರಮಿಸಲು ತೆಗೆದುಕೊಂಡ ಕಾಲ

$$t_1 = \frac{x/2}{40} = \frac{x}{80}$$ ಗಂಟೆಗಳು

ಅದೇ ರೀತಿ ಉಳಿದರ್ಧ ದಾರಿಗೆ $t2 = \frac{x/2}{60} = \frac{x}{120}$ ಗಂಟೆಗಳು

ಒಟ್ಟು ಕಾಲ $= x/80 + x/120 = 5x/240 = x/48$

ಸರಾಸರಿ ವೇಗ $= \frac{x}{x/48} = 48$km/hr

ಸರಾಸರಿ ವೇಗ $= 48$km/hr

ಅಭ್ಯಾಸ

ಒಂದು ಅಂಕದ ಪ್ರಶ್ನೆಗಳು

1. ಎರಡು ಸಮಾಂತರ ರೈಲು ದಾರಿಗಳಲ್ಲಿ ಏಕವೇಗದಿಂದ ಒಂದೇ ದಿಕ್ಕಿನಲ್ಲಿ ಪ್ರಯಾಣಮಾಡುತ್ತಿರುವ ಎರಡು ರೈಲ್ವೆ ಬೋಗಿಗಳಲ್ಲಿನ ಪ್ರಯಾಣಿಕರು ಒಬ್ಬರನೊಬ್ಬರು ನೋಡಿದಾಗ ಆಗುವ ಅನುಭವವನ್ನು ಸಕಾರಣದಿಂದ ವಿವರಿಸಿ.

2. ಎರಡು ಸಮತೂಕದ ಚೆಂಡುಗಳನ್ನು ಗೋಪುರದ ಮೇಲಿನಿಂದ ಎಸೆದಿದೆ. ಅವುಗಳಲ್ಲಿ ಒಂದನ್ನು ಆರಂಭವೇಗ u ನಿಂದ ಮೇಲಕ್ಕೂ, ಮತ್ತೊಂದನ್ನು ಅದೇ ವೇಗದಿಂದ ನೇರವಾಗಿ ಕೆಳಕ್ಕೂ ಎಸೆದರೆ, ಅವೆರಡೂ ಭೂಮಿಯನ್ನು ತಾಗುವ ವೇಗವನ್ನು ಹೋಲಿಸಿ.

3. ಸಮವೇಗದಿಂದ ಚಲಿಸುತ್ತಿರುವ ವಸ್ತುವಿನ ಜವದಲ್ಲಿ ವ್ಯತ್ಯಾಸವಾಗಲು ಸಾಧ್ಯವೆ? ಕಾರಣ ಕೊಡಿ.

4. ವೇಗೋತ್ಕರ್ಷದ ಮಾನದಲ್ಲಿ ಕಾಲದ ಅಳತೆಯು ಎರಡು ಬಾರಿ ಬರಲು ಕಾರಣವೇನು?

ಎರಡು ಅಂಕಗಳ ಪ್ರಶ್ನೆಗಳು

1. ನಿಶ್ಚಲ ಸ್ಥಿತಿಯಿಂದ ಗಾಳಿಯಲ್ಲಿ ಕೆಳಕ್ಕೆ ಬೀಳುತ್ತಿರುವ ಒಂದು ವಸ್ತುವು ಮೊದಲ 3 ಸೆಕೆಂಡುಗಳಲ್ಲಿ ಕ್ರಮಿಸಿದ ದೂರವು ಅದು ತನ್ನ ಚಲನೆಯ ಕೊನೆಯ ಸೆಕೆಂಡಿನಲ್ಲಿ ಕ್ರಮಿಸಿದ ದೂರಕ್ಕೆ ಸಮನಾಗಿದ್ದರೆ ಅದು ಗಾಳಿಯಲ್ಲಿದ್ದ ಸಮಯವೆಷ್ಟು?

2. ಸಮವೇಗದಿಂದ ಚಲಿಸುತ್ತಿರುವ ವಸ್ತುವಿನ ವೇಗೋತ್ಕರ್ಷವೆಷ್ಟು? ಅದೇ ವಸ್ತುವು ಸಮಜವದಿಂದ ವೃತ್ತಾಕಾರದಲ್ಲಿ ಚಲಿಸಿದರೆ ವೇಗೋತ್ಕರ್ಷ ಹೊಂದಬಹುದೆ? ಕಾರಣಕೊಡಿ.

3. ಸಮವೇಗೋತ್ಕರ್ಷ ಹೊಂದಿರುವ ವಸ್ತುವು 0.2m ಅನ್ನು ಒಂದು ಸೆಕೆಂಡಿನಲ್ಲಿಯೂ ಮತ್ತು ಮುಂದಿನ ಒಂದು ಸೆಕೆಂಡಿನಲ್ಲಿ 0.3m ಅನ್ನು ಕ್ರಮಿಸಿದರೆ ಅದರ ವೇಗೋತ್ಕರ್ಷವೆಷ್ಟು?

4. ಪೂರ್ವದಿಕ್ಕಿನಲ್ಲಿ ಓಡುತ್ತಿರುವ ಕಾರೊಂದು 10km ದೂರ ನೇರವಾಗಿ ಓಡಿದ ನಂತರ ದಕ್ಷಿಣಕ್ಕೆ ತಿರುಗಿ ಮತ್ತೆ ನೇರವಾಗಿ10km ದೂರ ಸಾಗಿ ನಿಂತುಬಿಡುತ್ತದೆ. ಅದರ ಸ್ಥಾನಾಂತರವನ್ನು ಚಿತ್ರಸಹಿತ ಕಂಡುಹಿಡಿಯಿರಿ.

5. ಒಂದು ಗುಡ್ಡವನ್ನು $1ms^{-1}$ ವೇಗದಿಂದ ಹತ್ತಿ $3ms^{-1}$ ವೇಗದಲ್ಲಿ ಇಳಿದಾಗಿನ ಸರಾಸರಿ ವೇಗವೆಷ್ಟು?

ನಾಲ್ಕು ಅಂಕಗಳ ಪ್ರಶ್ನೆಗಳು

1. ಸ್ಥಾನಾಂತರ, ವೇಗ ಮತ್ತು ವೇಗೋತ್ಕರ್ಷಗಳನ್ನು ಸೂಕ್ತ ಉದಾಹರಣೆಯೊಂದಿಗೆ ವಿವರಿಸಿ.

2. ವೇಗ-ಕಾಲ ನಕ್ಷೆ ಎಂದರೇನು? ಸೂಕ್ತ ಉದಾಹರಣೆಯೊಂದಿಗೆ ಅದರ ಉಪಯೋಗವನ್ನು ವಿವರಿಸಿ.

3. ಸರಾಸರಿ ವೇಗವೆಂದರೇನು? $s = ut + \frac{1}{2} at^2$ ಸಮೀಕರಣವನ್ನು ನಿಷ್ಪತ್ತಿಸಿ.

4. ವೇಗೋತ್ಕರ್ಷವೆಂದರೇನು? ಗುರುತ್ವ ವೇಗೋತ್ಕರ್ಷದಲ್ಲಿ $s = ut + \frac{1}{2} gt^2$ ಸಮೀಕರಣವನ್ನು ನಿಷ್ಪತ್ತಿಸಿ.

5. $v = u + gt$ ಮತ್ತು $v^2 - u^2 = 2gh$ ಸಮೀಕರಣಗಳನ್ನು ನಿಷ್ಪತ್ತಿಸಿ.

ಐದು ಅಂಕಗಳ ಲೆಕ್ಕಗಳು

1. ಗಂಟೆಗೆ 36km ವೇಗದಲ್ಲಿ ಚಲಿಸುತ್ತಿರುವ ಕಾರಿನ ಬ್ರೇಕ್ ಒತ್ತಿದ 10 ಸೆಕೆಂಡುಗಳ ನಂತರ ಅದು ಸ್ಥಿರಸ್ಥಿತಿಗೆ ಬರುತ್ತದೆ. ಬ್ರೇಕ್ ಒತ್ತಿದ ನಂತರ ಅದು ಚಲಿಸಿದ ದೂರ ಮತ್ತು ಅದರ ಸಮವೇಗೋತ್ಕರ್ಷವನ್ನು ಕಂಡುಹಿಡಿಯಿರಿ. (50m, $-1\ ms^{-2}$)

2. ಒಂದು ವಿಮಾನವು ಭೂಮಿಯಿಂದ ಮೇಲೇರುವ ಮುನ್ನ 800m ದಾರಿಯನ್ನು 16 ಸೆಕೆಂಡುಗಳಲ್ಲಿ ಕ್ರಮಿಸಿದರೆ ಅದರ ವೇಗೋತ್ಕರ್ಷ ಮತ್ತು ಮೇಲೇರುವಾಗಿನ ವೇಗವನ್ನು ಕಂಡುಹಿಡಿಯಿರಿ. ($6.25ms^{-2}$, $100\ ms^{-1}$)

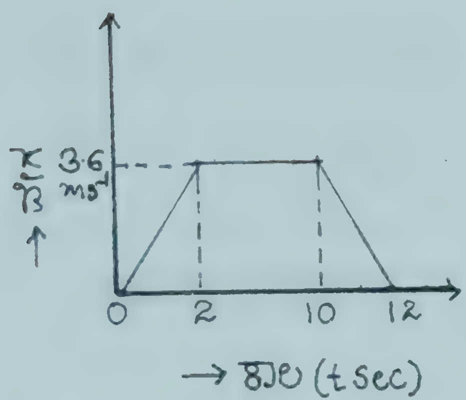
3. ಚಲಿಸುತ್ತಿರುವ ಒಂದು ವಸ್ತುವು 45m ದೂರವನ್ನು 7 ನೆಯ ಸೆಕೆಂಡಿನಲ್ಲಿಯೂ ಮತ್ತು 75m ಅನ್ನು 12 ನೆಯ ಸೆಕೆಂಡಿನಲ್ಲಿಯೂ ಕ್ರಮಿಸಿದರೆ ಅದರ ಆರಂಭ ವೇಗ ಮತ್ತು ವೇಗೋತ್ಕರ್ಷವೆಷ್ಟು? ($6ms^{-1}$, $6ms^{-2}$)

4. ರಿವಾಲ್ವರ್‌ನಿಂದ $60ms^{-1}$ ವೇಗದಿಂದ ಹೊರಬಂದ ಗುಂಡು ಒಂದೇ ಗಾತ್ರದ 3 ಹಲಗೆಗಳನ್ನು ಕೊರೆಯುವಷ್ಟು ಮಾತ್ರ ಶಕ್ತಿಹೊಂದಿದೆ. ಒಂದು ವೇಳೆ ಅದರ ಆರಂಭ ವೇಗವು $120ms^{-1}$ ಆಗಿದ್ದಲ್ಲಿ ಅದು ಅಂತಹ ಎಷ್ಟು ಹಲಗೆಗಳನ್ನು ಕೊರೆಯುತ್ತಿತ್ತು? (12)

5. 20m ಎತ್ತರವಿರುವ ಕಟ್ಟಡದ ಮೇಲಿನಿಂದ ಒಂದು ವಸ್ತುವನ್ನು ಕೆಳಕ್ಕೆ ಬಿಟ್ಟಿದೆ. ಅದೇ ಕ್ಷಣದಲ್ಲಿ ನೆಲದಿಂದ ಮೇಲಕ್ಕೆ ನೇರವಾಗಿ $20ms^{-1}$ ವೇಗದಲ್ಲಿ ಇನ್ನೊಂದು ವಸ್ತುವನ್ನು ಎಸೆದಿದೆ. ನೆಲದಿಂದ ಎಷ್ಟು ಎತ್ತರದಲ್ಲಿ ಅವೆರಡೂ ಒಂದನ್ನೊಂದು ಹಾದು ಹೋಗುತ್ತವೆ? (15.1 m)

6. ಪರಸ್ಪರ 5 km ಅಂತರದಲ್ಲಿ ಎರಡು ಕಾರುಗಳು ಗಂಟೆಗೆ 30km ವೇಗದಲ್ಲಿ ಒಂದೇ ದಿಕ್ಕಿಗೆ ಚಲಿಸುತ್ತಿವೆ. ಅವುಗಳಿಗೆ ಎದುರಾಗಿ ಬರುತ್ತಿರುವ ಮತ್ತೊಂದು ಕಾರು, ಮೊದಲಿನ ಎರಡು ಕಾರುಗಳನ್ನು 4 ನಿಮಿಷಗಳ ಅಂತರದಲ್ಲಿ ಹಾದು ಹೋದರೆ ಅದರ ವೇಗವೆಷ್ಟು? (45km/hr)

7. ಚಲನೆಯಲ್ಲಿರುವ ಲಿಫ್ಟ್‌ನ ವೇಗ–ಕಾಲ ನಕ್ಷೆಯನ್ನು ಕೊಟ್ಟಿದೆ. ಅದರ ಸಹಾಯದಿಂದ

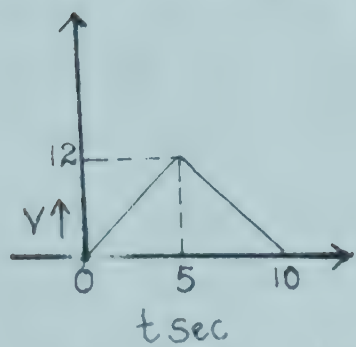


a) ಮೇಲೇರುವಾಗಿನ ವೇಗೋತ್ಕರ್ಷ

b) ಮೊದಲ ಎರಡು ಸೆಕೆಂಡುಗಳಲ್ಲಿ ಅದು ಕ್ರಮಿಸಿದ ದೂರ

c) ಅದು ಕ್ರಮಿಸಿದ ಒಟ್ಟು ದೂರ (12 ಸೆಕೆಂಡುಗಳಲ್ಲಿ) ಕಂಡುಹಿಡಿಯಿರಿ.

8. ಕೆಳಗೆ ಕೊಟ್ಟಿರುವ ವೇಗ-ಕಾಲ ನಕ್ಷೆಯಿಂದ ಚಲನೆಯಲ್ಲಿರುವ ವಸ್ತುವು



a) t = 0 to 10s

b) t = 2 to 6s ಗಳಲ್ಲಿ ಕ್ರಮಿಸಿದ ದೂರವನ್ನು ಕಂಡುಹಿಡಿಯಿರಿ.

9. ತುಂಬಾ ಕ್ಷಿಪಣಿ ಉಡಾಯನ ಕೇಂದ್ರದಿಂದ ಒಂದು ಕ್ಷಿಪಣಿಯನ್ನು ಭೂಮಿಯಿಂದ ಮೇಲಕ್ಕೆ $10ms^{-2}$ ಫಲಿತ ವೇಗೋತ್ಕರ್ಷದಿಂದ ಉಡಾಯಿಸಲಾಗಿದೆ. ಅದರಲ್ಲಿನ ಇಂಧನವು 1 ನಿಮಿಷದಲ್ಲಿ ಉರಿದುಹೋಗಿದ್ದು ಕ್ಷಿಪಣಿಯು ಮೇಲೆ ಹೋಗುತ್ತಲೇ ಇದೆ. ಅದು ಸೇರುವ ಗರಿಷ್ಠ ಎತ್ತರವೆಷ್ಟು? (36.39 km)

10. ಗಂಟೆಗೆ 60 km ವೇಗದಲ್ಲಿ ಓಡುತ್ತಿರುವ ರೈಲಿನ ಡ್ರೈವರ್, 100m ಮುಂದೆ ನಿಂತಿರುವ ಮತ್ತೊಂದು ರೈಲುಗಾಡಿಯನ್ನು ಕಂಡು ಕೂಡಲೇ ಬ್ರೇಕ್ ಹಾಕುತ್ತಾನೆ. ಅಪಘಾತವಾಗುವುದು ತಪ್ಪಬೇಕಾದಲ್ಲಿ ರೈಲುಗಾಡಿಯ ವೇಗಾಪಕರ್ಷವೆಷ್ಟಿರಬೇಕು? ಗಾಡಿ ನಿಲ್ಲಲು ಎಷ್ಟು ಸಮಯಬೇಕು? ($a = -1.39ms^{-2}$ $t = 12s$)

2.2 ನ್ಯೂಟನ್ ಪ್ರತಿಪಾದಿಸಿದ ಚಲನೆಯ ನಿಯಮಗಳು

ಚಲನೆ, ಭೌತ ವಿಶ್ವದಲ್ಲಿ ಕಾಣುವಂತಹ ಅತ್ಯಂತ ಪ್ರಧಾನ ಲಕ್ಷಣ. ಕಾಲ, ವೇಗ, ವೇಗೋತ್ಕರ್ಷ ಮುಂತಾದ ಭೌತಗುಣಗಳ ಅಭ್ಯಾಸದಿಂದ ಚಲನೆಯನ್ನು ವಿವರಿಸುವ ಸಮೀಕರಣಗಳನ್ನು ನಿಷ್ಪತ್ತಿಸುವುದನ್ನು ಹಿಂದಿನ ಅಧ್ಯಾಯದಲ್ಲಿ ವಿವರಿಸಿದೆ. ಒಂದು ವಸ್ತುವಿಗೆ ಸ್ಥಾಯೀಸ್ಥಿತಿಯನ್ನಾಗಲೀ ಅಥವಾ ಚಲನೆಯನ್ನಾಗಲಿ ಉಂಟುಮಾಡಲು ಬೇಕಾಗುವ ಚಾಲಕಬಲವನ್ನು ತಿಳಿಸುವ ಭೌತವಿಜ್ಞಾನ ಭಾಗಕ್ಕೆ **ಬಲಕ್ರಿಯಾಶಾಸ್ತ್ರ (dynamics)** ವೆಂದು ಹೆಸರು. ಇದನ್ನೇ ಚಲನಶಾಸ್ತ್ರವೆಂದೂ ಕರೆಯುವ ವಾಡಿಕೆಯಿದೆ. ಚರಿತ್ರಾರ್ಹ ವಿಜ್ಞಾನಿಯಾದ ಗೆಲಿಲಿಯೋ-ಗೆಲಿಲೀ (1564 - 1642) ಪ್ರಯೋಗಗಳ ಆಧಾರದಿಂದ ಅಸ್ಪಷ್ಟವಾಗಿ ಪ್ರತಿಪಾದಿಸಿದ್ದ ಚಲನೆಯ ಸ್ವರೂಪಗಳನ್ನು ಕ್ರೋಢೀಕರಿಸಿ ಅತ್ಯಂತ ಮಹತ್ವದ ಪ್ರಿನ್ಸಿಪಿಯಾ (Principia - 1686) ಎಂಬ ಗ್ರಂಥವನ್ನು ರಚಿಸಿದವನು ಸರ್ ಐಸಾಕ್ ನ್ಯೂಟನ್. ಇದರ ಮೊದಲನೆಯ ಭಾಗದಲ್ಲಿ ಗೆಲಿಲಿಯೋ ಪ್ರತಿಪಾದಿಸಿದ್ದ ನಿಯಮಗಳನ್ನು ಹೆಚ್ಚು ನಿಖರವಾಗಿ ನ್ಯೂಟನ್ ಪ್ರತಿಪಾದಿಸಿದ್ದಾನೆ. ಆಧಾರಸೂತ್ರವೂ, ಸ್ವತಸ್ಸಿದ್ಧ ಪ್ರಮಾಣ (Axiom) ವೆಂದು ವಿಶ್ವವಿಖ್ಯಾತವಾಗಿರುವ ಚಲನೆಯ ಮೂರು ನಿಯಮಗಳನ್ನು ಪ್ರತಿಪಾದಿಸಿದ ಕೀರ್ತಿ ನ್ಯೂಟನ್‌ಗೆ ಸಲ್ಲುತ್ತದೆ.

ಐಸಾಕ್ ನ್ಯೂಟನ್ (1642-1727) ಹುಟ್ಟಿದ್ದು 1642 ಸೆಯ ಕ್ರಿಸ್‌ಮಸ್‌ದಿನ, ಜ್ಯೂಲಿಯನ್ ಕ್ಯಾಲೆಂಡರ್ ಪ್ರಕಾರ; ಅದೇ ಗ್ರೆಗೊರಿಯನ್ ಕ್ಯಾಲೆಂಡರ್ ಪ್ರಕಾರ ಜನವರಿ 4, 1643 . ಬಾಲ್ಯದಲ್ಲಿ ಗಾಳಿಪಟ, ಸೌರಗಡಿಯಾರ, ಜಲಗಡಿಯಾರಗಳೇ ಮುಂತಾದವುಗಳ ವಿನ್ಯಾಸ ಮತ್ತು ನಿರ್ಮಾಣದಲ್ಲಿ ಆಸಕ್ತಿ. 1665 ರಲ್ಲಿ ಕೇಂಬ್ರಿಜ್ ವಿಶ್ವವಿದ್ಯಾಲಯದಿಂದ ಪದವಿ. ಆವೇಳೆಗಾಗಲೇ ಆತ ಗಣಿತ ಶಾಸ್ತ್ರದಲ್ಲಿ ಅಪಾರ ಪಾಂಡಿತ್ಯ ಗಳಿಸಿಕೊಂಡಿದ್ದು ಬೀಜಗಣಿತದಲ್ಲಿ ಬೈನೋಮಿಯಲ್ ಪ್ರಮೇಯವನ್ನು ಪ್ರತಿಪಾದಿಸಿದನು. ಹಾಗೆಯೇ ಆರು ವರ್ಷಗಳ ಹಿಂದೆ ಲೀಬ್ನಿಟ್ಸ್ ಎಂಬ ಗಣಿತಜ್ಞನು ಕಂಡುಹಿಡಿದಿದ್ದ ಕಲನಶಾಸ್ತ್ರ (Calculus) ಎಂಬ ಗಣಿತಶಾಸ್ತ್ರದ ಹೊಸಭಾಗವನ್ನು ತಾನೆ ಸ್ವತಂತ್ರವಾಗಿ ಕಂಡುಹಿಡಿದನು. ಲೀಬ್ನಿಟ್ಸ್ ಕಂಡುಹಿಡಿದಿದ್ದ ವಿಷಯ ನ್ಯೂಟನ್ನನಿಗೆ ಗೊತ್ತಿರಲಿಲ್ಲ. ಆತನು ಪದವಿ ಪಡೆದ ಮುಂದಿನ ವರ್ಷ ಪ್ಲೇಗ್ ಜಾಡ್ಯವು ಹರಡಿದ್ದರಿಂದ ವಿಶ್ವವಿದ್ಯಾಲಯವನ್ನು ಸ್ವಲ್ಪಕಾಲ ಮುಚ್ಚಬೇಕಾಯಿತು. ಆಗ ನ್ಯೂಟನ್ ತನ್ನ ಸ್ವಗ್ರಾಮವಾದ ವೂಲ್ಸ್‌ಥಾರ್ಪ್‌ಗೆ ಬಂದು ಅನೇಕ ತಿಂಗಳ ಕಾಲ ಅಲ್ಲೇ ನೆಲಸಿದ್ದನು. ಈ ಕಾಲದಲ್ಲಿ ಆತನಿಗೆ ಕೇಂದ್ರಾಭಿಮುಖ ಬಲ ಎಂಬುದರ ಅರಿವು ಉಂಟಾಯಿತು. ಗೆಲಿಲಿಯೋವಿನಿಂದ ಅಸ್ಪಷ್ಟವಾಗಿ ಪ್ರತಿಪಾದನೆಮಾಡಲ್ಪಟ್ಟ ವಿಷಯಗಳನ್ನು ಕ್ರೋಢೀಕರಿಸಿ ಅತ್ಯಂತ ಪ್ರತಿಭಾನ್ವಿತವಾದ ಪ್ರಿನ್ಸಿಪಿಯಾ ಎಂಬ ಉದ್ಗ್ರಂಥವನ್ನು ರಚನೆಮಾಡಿದನು. ಹೀಗೆಯೇ ಖಗೋಳಶಾಸ್ತ್ರಜ್ಞನಾದ ಕೆಪ್ಲರ್ ಎಂಬುವನು ಗ್ರಹಗಳು ಸೂರ್ಯನ ಸುತ್ತಲೂ ಸುತ್ತುತ್ತಿರುವಾಗ ಅವುಗಳ ಚಲನೆಗಳು ಹಲವು ನಿಯಮಗಳಿಗನುಸಾರವಾಗಿ ನಡೆಯುವುದೆಂದು ಕಂಡುಹಿಡಿದಿದ್ದನು. ಆ ನಿಯಮಗಳನ್ನು ಅರ್ಥಮಾಡಿಕೊಳ್ಳಲು ಚಲನಸೂತ್ರಗಳ ಬಳಕೆ ಸಾಧ್ಯವೇ ಮತ್ತು ತಾನು ಮನಗಂಡಿದ್ದ ಕೇಂದ್ರಾಭಿಮುಖ ಬಲವು ಹೇಗೆ ಉಂಟಾಗಬಹುದೆಂದು ನ್ಯೂಟನ್ ಬಹಳ ದೀರ್ಘವಾಗಿ ಆಲೋಚನೆ ಮಾಡುತ್ತಿದ್ದನು. ಆ ಬಲವು ವಸ್ತುಗಳ ದೂರದ ವರ್ಗಕ್ಕೆ ವಿಲೋಮಪ್ರಮಾಣದಲ್ಲಿರುವುದೆಂದು ಭಾವಿಸಿದರೆ ಕೆಪ್ಲರನ ನಿಯಮಗಳು ಸರಿಬರುವುವೆಂದು ಅವನಿಗೆ ತೋರಿತು. ಈ ವಿಚಾರವನ್ನೇ ತಲೆಯಲ್ಲಿ ತುಂಬಿಕೊಂಡಿದ್ದ ನ್ಯೂಟನ್ ತನ್ನ ಸೇಬಿನ ತೋಟದಲ್ಲಿ ಕುಳಿತಿದ್ದಾಗ ನಡೆದ ಒಂದು ತೀರಾ ಸಾಮಾನ್ಯ ಘಟನೆ ಅವನು ಮುಂದೆ ಪ್ರತಿಪಾದಿಸಿದ ವಿಶ್ವವ್ಯಾಪಿಯಾದ ಗುರುತ್ವಾಕರ್ಷಣ ನಿಯಮದ ಮುಂಬೆಳಕಾಯಿತೆನ್ನುತ್ತಾರೆ. ಮರದಲ್ಲಿನ ಹಣ್ಣುಗಳನ್ನು ನೋಡುತ್ತಿದ್ದಾಗ

ಅವನ ದೃಷ್ಟಿಪಥದಲ್ಲಿ ಆಗಸದಲ್ಲಿ ಚಂದ್ರ ಮತ್ತು ಅದೇ ದಿಕ್ಕಿನಲ್ಲಿ ಸೇಬಿನಹಣ್ಣು ಕಾಣುತ್ತಿತ್ತು. ತೊಟ್ಟುಕಳಚಿಕೊಂಡು ಹಣ್ಣು ಕೆಳಗೆ ಬಿದ್ದದ್ದನ್ನು ಕಂಡ ನ್ಯೂಟನ್‌ಗೆ ಚಂದ್ರನೇಕೆ ಬೀಳುತ್ತಿಲ್ಲವೆಂಬ ಜಿಜ್ಞಾಸೆ ಉಂಟಾಯಿತು. ಸೇಬಿನಹಣ್ಣು ಕೆಳಗೆ ಬೀಳಲು ಭೂಮಿಯ ಆಕರ್ಷಣೆಯೇ ಕಾರಣ ಎಂದು ಆತನಿಗೆ ಹೊಳೆಯಿತು. ಈ ರೀತಿಯ ಆಕರ್ಷಣ ಬಲವೇ ಸೂರ್ಯನ ಸುತ್ತ ಗ್ರಹಗಳೂ ಮತ್ತು ಭೂಮಿಯ ಸುತ್ತ ಚಂದ್ರನೂ ಸುತ್ತಲು ಕಾರಣವಾಗಿರಬೇಕೆಂದು ಅವನು ಊಹಿಸಿದನು. ಇದಾದ ಮೇಲೆ ದ್ಯುತಿಶಾಸ್ತ್ರದ ಕಡೆಗೆ ಆತನ ಗಮನಹರಿಯಿತು. ಹೀಗೆ ಬಹುಮುಖಿ ಪ್ರತಿಭೆಯ ನ್ಯೂಟನ್ ವಿಷಯವಾಗಿ ಇಂಗ್ಲೆಂಡ್ ದೇಶದ ಪ್ರಸಿದ್ಧನಾದ ಪೋಪ್ ಎಂಬ ಕವಿಯು "ಪ್ರಕೃತಿ ಮತ್ತು ಅದರ ನಿಯಮಗಳು ಕತ್ತಲಲ್ಲಿ ಮರೆಯಾಗಿದ್ದವು; ದೇವರು ನ್ಯೂಟನ್ ಅವತರಿಸಲಿ ಎಂದನು; ಆಗ ಎಲ್ಲವೂ ಪ್ರಕಾಶಗೊಂಡವು" ಎಂದು ವರ್ಣಿಸಿದ್ದಾನೆ. ಆದರೆ ನ್ಯೂಟನ್ ಮಾತ್ರ ತಾನು ಸಾಮಾನ್ಯ ಮನುಷ್ಯನೆಂದೇ ಭಾವಿಸಿದ್ದನು. "ನಾನು ಸಮುದ್ರ ತೀರದಲ್ಲಿ ಆಡುತ್ತಿರುವ ಒಂದು ಮಗು; ಅಲ್ಲಿ ಒಂದೆರಡು ಸಣ್ಣಕಲ್ಲನ್ನೋ ಅಥವಾ ಕಪ್ಪೆಚಿಪ್ಪನ್ನೋ ಕಂಡೆನು; ಆದರೆ ಅಂತಹ ಅನಂತ ವಸ್ತುಗಳನ್ನೊಳಗೊಂಡ ಮಹಾಸಮುದ್ರವು ನನಗೆ ಅರಿವಾಗದೇ ನನ್ನ ಮುಂದೆ ಇದೆ" ಎಂದು ವಿನಯದಿಂದ ಹೇಳಿದ್ದಾನೆ.

ಚಲನೆಯ ಮೊದಲನೆಯ ನಿಯಮ

ಎಲ್ಲಾ ವಸ್ತುಗಳೂ, ಬೇರೆ ಪ್ರತಿಬಂಧಕಬಲವಿಲ್ಲದಿದ್ದರೆ, ತಾವು ಇರುವ ನಿಶ್ಚಲ ಸ್ಥಿತಿ ಅಥವಾ ಸರಳರೇಖಾ ಸಮಚಲನ ಸ್ಥಿತಿಯಲ್ಲಿಯೇ ಮುಂದುವರಿಯುತ್ತವೆ.

ವಿವರಣೆ

ವಸ್ತುಗಳು ತಾವಿರುವ ಅವಸ್ಥೆಯಲ್ಲಿಯೇ ಮುಂದುವರಿಯುವ ಸ್ವಭಾವಕ್ಕೆ **ಜಡತ್ವ** ಎಂದು ಹೆಸರು. ಚಲನೆಯಲ್ಲಿರುವ ವಸ್ತುವು ಪ್ರತಿಬಂಧಕಬಲವಿಲ್ಲದಿದ್ದರೆ ಅಥವಾ ಉತ್ತೇಜಕವಿಲ್ಲದಿದ್ದರೆ ತಾನು ಚಲಿಸುತ್ತಿರುವ ವೇಗದಲ್ಲೇ ಚಲಿಸುತ್ತಾ ಹೋಗುವುದು. ವಸ್ತುಗಳಿಗೆ ಜಡತ್ವವಿರುವುದು ಅನೇಕ ನಿದರ್ಶನಗಳಿಂದ ಗೊತ್ತಾಗುತ್ತದೆ. ಚಲಿಸುತ್ತಿರುವ ಗಾಡಿಯಿಂದ ಧುಮಕಿದರೆ ನಾವು ಮುಗ್ಗರಿಸುತ್ತೇವೆ. ಬಸ್ಸಿನಲ್ಲಿ ಕುಳಿತಿದ್ದಾಗ ನಾವೂ ಅದರ ವೇಗದಿಂದಲೇ ಚಲಿಸುತ್ತಿರುತ್ತೇವೆ. ಚಾಕು ಕತ್ತರಿಗಳನ್ನು ಸಾಣೆ ಹಿಡಿಯುವಾಗ ಕಿಡಿಗಳು ನೇರವಾಗಿ ಹಾರುತ್ತವೆ; ಕಿಡಿಗಳು ಸಾಣೆಕಲ್ಲನ್ನು ಬಿಟ್ಟುಬರುವಾಗ ಅವುಗಳ ವೇಗದ ಪ್ರಮಾಣ ಅಥವಾ ದಿಕ್ಕಿನಲ್ಲಿ ವ್ಯತ್ಯಾಸವಾಗುವುದಿಲ್ಲ. ವೇಗೋತ್ಕರ್ಷವಿಲ್ಲದ ಸ್ಥಿತಿಯನ್ನು ಜಡತ್ವ ಎನ್ನಬಹುದು.

ಈ ನಿಯಮದಲ್ಲಿನ ಎರಡನೆಯ ಅಂಶವೆಂದರೆ ಭೌತಪರಿಮಾಣವಾದ 'ಬಲ'ದ ವ್ಯಾಖ್ಯೆ. **ವಸ್ತುವಿನ ಜಡತ್ವಸ್ಥಿತಿಯನ್ನು ಬದಲಾಯಿಸುವ ಅಥವಾ ಆ ಪ್ರವೃತ್ತಿಯನ್ನು ಹೊಂದಿರುವ ಭೌತಪರಿಮಾಣಕ್ಕೆ 'ಬಲ' ಎಂದು ಹೆಸರು.** ಬಲಪ್ರಯೋಗದಿಂದ ವಸ್ತುವಿನ ಸ್ಥಿತಿಯಲ್ಲಿ ಬದಲಾವಣೆ ಕಂಡುಬರುತ್ತದೆ. ಚಲಿಸುವ ವಸ್ತುಗಳು ನಿಲ್ಲಲು ಅವುಗಳಿಗಿರುವ ತಡೆಯೇ ಕಾರಣ. ಈ ತಡೆಯೂ ಒಂದು ವಿಧವಾದ ಬಲ. ಉದಾಹರಣೆಗೆ ಒಂದು ಗೋಲಿಯನ್ನು ಮೇಜಿನ ಮೇಲೆ ಉರುಳಿಸಿದರೆ ಅದು ಸ್ವಲ್ಪ ದೂರ

ಚಲಿಸಿ ನಿಲ್ಲುವುದು. ಇವಕ್ಕೆ ಮೇಜಿನ ಮೇಲ್ಮೈ ತಡೆಯೇ ಕಾರಣ. ವಸ್ತುಗಳಿಗೆ ಸಹಜವಾದ ವೇಗೋತ್ಕರ್ಷವಿರುವುದಿಲ್ಲ. ಜಡತ್ವ ಮತ್ತು ಬಲಗಳಿಗಿರುವ ಸಂಬಂಧವನ್ನು ಅನುಭವದಿಂದ ಕಂಡುಕೊಳ್ಳಬಹುದು. ಬೇರೆ ಬೇರೆ ದ್ರವ್ಯರಾಶಿಯಿರುವ ವಸ್ತುಗಳ ಮೇಲೆ ಏಕಪ್ರಮಾಣದ ಬಲಪ್ರಯೋಗವಾದಾಗ ಅವುಗಳಲ್ಲುಂಟಾಗುವ ವೇಗೋತ್ಕರ್ಷಗಳೂ ಭಿನ್ನವಾಗಿರುತ್ತವೆ. ಹೀಗಾಗಿ ವಸ್ತುವೊಂದರ ಜಡತ್ವದ ಪರಿಮಾಣವು ಅದರ ದ್ರವ್ಯರಾಶಿಯನ್ನವಲಂಬಿಸಿರುತ್ತದೆ.

ಚಲನೆಯ ಎರಡನೆಯ ನಿಯಮ

ಒಂದು ವಸ್ತುವಿನ ಚಲನ ಪರಿಮಾಣದಲ್ಲಿ ಉಂಟಾಗುವ ದರವು ಆರೋಪಿತ ಬಲಕ್ಕೆ ಸರಳಾನುಪಾತವಾಗಿರುತ್ತದೆ ಮತ್ತು ಬಲದ ದಿಕ್ಕಿನಲ್ಲಿಯೇ ಇರುತ್ತದೆ.

ವಸ್ತುವಿನ ಮೇಲೆ ಪ್ರಯೋಗಿಸಿದ ಬಲವು ಹೆಚ್ಚಿದಷ್ಟೂ ಅದರ ವೇಗವೂ ಹೆಚ್ಚುವುದು. ವೇಗವನ್ನು ಕಡಿಮೆಮಾಡಲು ಎದುರು ಬಲವನ್ನು ಪ್ರಯೋಗಿಸಬೇಕು. ಎರಡನೆಯ ನಿಯಮವನ್ನು ಆಧರಿಸಿಕೊಂಡು ಬಲದ ಪ್ರಮಾಣವನ್ನು ಅಳೆಯಬಹುದು. ಆರೋಪಿತ ಬಲದ ಪ್ರಮಾಣವನ್ನು ಅಳೆಯಲು ವಸ್ತುವಿನ ದ್ರವ್ಯರಾಶಿ ಹಾಗೂ ವೇಗ, ಎರಡೂ ಮುಖ್ಯವಾಗುತ್ತವೆ.

$$\text{ಚಲನ ಪರಿಮಾಣ} = \text{ದ್ರವ್ಯರಾಶಿ} \times \text{ವೇಗ}$$

$$P = mv$$

ಬಲದ ಪ್ರಮಾಣದ ಅಳತೆ

ಒಂದು ವಸ್ತುವಿನ ಮೇಲೆ ಆರೋಪಿತವಾದ ಬಲವು ಅದರ ಜಡತ್ವ ಸ್ಥಿತಿಯನ್ನು ಬದಲಾಯಿಸುತ್ತದೆ. ಚಲನೆಯ ಎರಡನೆಯ ನಿಯಮದ ಪ್ರಕಾರ,

ಬಲ α ಚಲನ ಪರಿಮಾಣದಲ್ಲಿ ಉಂಟಾಗುವ ವ್ಯತ್ಯಾಸದ ದರ

α ದ್ರವ್ಯರಾಶಿ x ವೇಗದ ಬದಲಾವಣೆಯ ದರ

m ದ್ರವ್ಯರಾಶಿಯಿರುವ ಒಂದು ವಸ್ತುವಿನ ಆರಂಭವೇಗವು u ಆಗಿರಲಿ. ಆರೋಪಿತ ಬಲ F ನಿಂದ t ಅವಧಿಯಲ್ಲಿ ಅದರ ವೇಗವು v ಗೆ ಹೆಚ್ಚಾಗಲಿ. ಸಾಮಾನ್ಯ ವೇಗಗಳಲ್ಲಿ ದ್ರವ್ಯರಾಶಿಯು ನಿಯತವಾಗಿರುವುದರಿಂದ;

$$\text{ಚಲನಪರಿಮಾಣದ ಬದಲಾವಣೆಯ ದರ} = \frac{mv - mu}{t} = \frac{m(v-u)}{t} = ma$$

$\therefore$ ಬಲ $\propto$ ma ಅಂದರೆ F $\propto$ ma

ಅಥವಾ F=Kma ಇಲ್ಲಿ K ಎಂಬುದು ಅನುಪಾತದ ನಿಯತಾಂಕ. ಅದರ ಬೆಲೆ, ಬಲವನ್ನು ಅಳೆಯಲು ನಾವು ಬಳಸುವ ಮಾನವನ್ನು ಅವಲಂಬಿಸಿರುತ್ತದೆ. SI ಮಾನದಲ್ಲಿ

1 kg ದ್ರವ್ಯರಾಶಿ ಇರುವ ವಸ್ತುವಿನ ವೇಗೋತ್ಕರ್ಷವು $1 ms^{-2}$ ಆದಲ್ಲಿ ಆರೋಪಿತಬಲವು ಏಕಮಾನಬಲವಾಗಿರುತ್ತದೆ. ಈ ಬಲದ ಹೆಸರು **ನ್ಯೂಟನ್.**

ಈ ನಿರ್ಧಾರದ ಆಧಾರದ ಮೇಲೆ, ಏಕಮಾನ ಬಲವು ಆರೋಪಿತವಾದಾಗ m=1, a=1 ಮತ್ತು F=1; ಆದ್ದರಿಂದ K=1

ಹೀಗೆ ವ್ಯುತ್ಪತ್ತಿಯಾದ ಸಮೀಕರಣವೇ; F=ma 2.2.1

CGS ಪದ್ಧತಿಯಲ್ಲಿ ಬಲಕ್ಕೆ ಡೈನ್ ಎಂದೂ FPS ಪದ್ಧತಿಯಲ್ಲಿ ಪೌಂಡಲ್ ಎಂದೂ ಕರೆಯಲಾಗುತ್ತದೆ.

ದ್ರವ್ಯರಾಶಿ ಮತ್ತು ತೂಕ

ಆಧಾರರಹಿತ ವಸ್ತುಗಳು ಕೆಳಗೆ ಬೀಳುವಾಗ ಸಮವೇಗೋತ್ಕರ್ಷದಿಂದ ಬೀಳುತ್ತವೆ. ವೇಗೋತ್ಕರ್ಷದಿಂದ ಚಲಿಸುವ ಯಾವ ವಸ್ತುವೇ ಆಗಲಿ ಒಂದು ಬಲಕ್ಕೆ ಒಳಪಟ್ಟಿರಬೇಕೆಂಬುದನ್ನು ಚಲನೆಯ ಮೊದಲನೆಯ ನಿಯಮವು ತಿಳಿಸುತ್ತದೆ. ಈ ಬಲಕ್ಕೆ ಗುರುತ್ವಾಕರ್ಷಣಬಲ ಅಥವಾ ವಸ್ತುವಿನ ತೂಕ ಎಂದು ಕರೆಯಲಾಗುತ್ತದೆ. ಆದ್ದರಿಂದ 2.2.1 ಸಮೀಕರಣದಲ್ಲಿ a ಗೆ ಬದಲಾಗಿ g ಯನ್ನು ಬರೆದರೆ F ಗೆ ಬದಲಾಗಿ ವಸ್ತುವಿನ ತೂಕ W ಎಂದು ಬರೆಯಬಹುದು. ಅಂದರೆ

W=mg ------------2.2.2

ಅಥವಾ ತೂಕ = ದ್ರವ್ಯರಾಶಿ x ಗುರುತ್ವವೇಗೋತ್ಕರ್ಷ

ಇಲ್ಲಿ ದ್ರವ್ಯರಾಶಿಯು ವಸ್ತುವಿನ ಜಡತ್ವದ ಪ್ರಮಾಣ ಸೂಚಕ. ಇದು ಒಂದು ಅದಿಶ ಪರಿಮಾಣ. ತೂಕವು, ಭೂಮಿಯು ವಸ್ತುವಿನ ಮೇಲೆ ಪ್ರಯೋಗಿಸುವ ಬಲದ ಪ್ರಮಾಣ. ಹೀಗಾಗಿ ಅದೊಂದು ಸದಿಶ.

F=ma ಸಮೀಕರಣವನ್ನು ಬಳಸಿಕೊಂಡು ಪಡೆಯುವ ಬಲದ ಮಾನಕ್ಕೆ ನಿರಪೇಕ್ಷಮಾನವೆಂದೂ; W=mg ಇಂದ ಪಡೆಯುವ ಮಾನಕ್ಕೆ ಗುರುತ್ವಮಾನವೆಂದೂ ಹೆಸರು.

ಪದ್ಧತಿ	ನಿರಪೇಕ್ಷಮಾನ	ಗುರುತ್ವಮಾನ
CGS	1 ಡೈನ್= 1 gm x 1 cm/Sec ^{2}	1 ಗ್ರಾಂ ತೂಕ= 1 gm x gcm/sec ^{2}
FPS	1 ಪೌಂಡಲ್ = lb x 1 ft/sec^2	1 ಪೌಂಡ್‌ತೂಕ= lb x g ft/sec^2
SI	1 ನ್ಯೂಟನ್= 1kg x 1m/sec^2	1 ಕಿಲೋಗ್ರಾಂತೂಕ= 1kg x gm/sec^2

1 ಕಿಲೋಗ್ರಾಂ ತೂಕ = g ನ್ಯೂಟನ್ನುಗಳು

ಬಲದ ಆವೇಗ (Impulse of a Force)

ಬಲದ ಆವೇಗವು ನಿರ್ದಿಷ್ಟ ಕಾಲಾವಧಿಯಲ್ಲಿ ಆರೋಪಿತವಾದ ಬಲದಿಂದ ವಸ್ತುವಿನ ಚಲನಪರಿಮಾಣದಲ್ಲಾಗುವ ಬದಲಾವಣೆಗೆ ಸಮನಾಗಿರುತ್ತದೆ.

F ಎಂಬ ಬಲವು m ದ್ರವ್ಯರಾಶಿಯ ಮೇಲೆ t ಸಮಯ ಆರೋಪಿತವಾಗಿ ಅದರ ವೇಗವನ್ನು u ನಿಂದ v ಗೆ ಬದಲಾಯಿಸಿದರೆ;

ಬಲದ ಆವೇಗ $= F \times t = ma \times t$

$$= m \frac{(v-u)t}{t}$$

$$= mv - mu$$

= ಚಲನಪರಿಮಾಣದ ಬದಲಾವಣೆ.

ಅಧಿಕ ಬಲವು ವಸ್ತುವಿನ ಮೇಲೆ ಅತಿ ಕಡಿಮೆಕಾಲ ಆರೋಪಿತವಾದಾಗ ಅದಕ್ಕೆ **ಆವೇಗೀಯಬಲ (Impulsive Force)** ವೆಂದು ಹೆಸರು.

ಚಲನೆಯ ಮೂರನೆಯ ನಿಯಮ

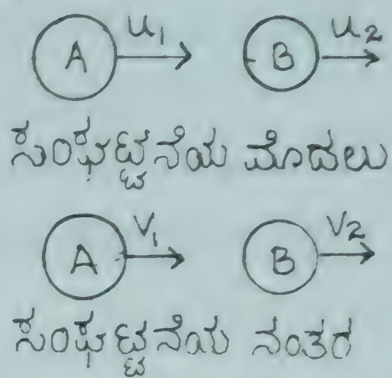
ಪ್ರತಿಯೊಂದು ಕ್ರಿಯೆಗೂ ಸಮನಾದ ಮತ್ತು ವಿರುದ್ಧವಾದ ಪ್ರತಿಕ್ರಿಯೆ ಇರುತ್ತದೆ.

ವಿವರಣೆ

ಇಲ್ಲಿ ಕ್ರಿಯೆ ಮತ್ತು ಪ್ರತಿಕ್ರಿಯೆ ಎಂಬ ಎರಡು ಪದಗಳನ್ನೂ ಬಲ ಎಂಬ ಅರ್ಥದಲ್ಲಿ ಉಪಯೋಗಿಸಿದೆ. ಒಂದು ವಸ್ತುವಿನ ಮೇಲೆ ಬಲವನ್ನು ಪ್ರಯೋಗಿಸಿದರೆ ಆ ವಸ್ತುವು ಅದಕ್ಕೆ ಸಮನಾದ ಪ್ರತಿಬಲವನ್ನು ಪ್ರಯೋಗಿಸುವುದು. ನಮ್ಮ ಕೈಯಿಂದ ಗೋಡೆಯನ್ನು ಒತ್ತಿದರೆ ಗೋಡೆಯು ನಮ್ಮ ಕೈಯನ್ನು ಒತ್ತುವುದು; ನಾವು ಹೆಚ್ಚು ಒತ್ತಿದಷ್ಟೂ ನಮ್ಮ ಕೈ ನೋಯುವುದಕ್ಕೆ ಗೋಡೆಯ ಪ್ರತಿಬಲವೇ ಕಾರಣ. ಒಂದು ಲೋಹದ ಗುಂಡನ್ನು ದಾರದಿಂದ ತೂಗುಹಾಕಿದರೆ ದಾರವನ್ನು ಗುಂಡು ಕೆಳಗೆ ಎಳೆಯುವುದು; ಆದರಿಂದ ದಾರದಲ್ಲಿ ಬಿಗಿತ ಉಂಟಾಗುವುದು. ದಾರವು ಗುಂಡು ಕೆಳಗೆ ಬೀಳದಂತೆ ಮೇಲಕ್ಕೆ ಎಳೆಯುವುದು. ಇದೇ ರೀತಿ ಹುಟ್ಟು ಹಾಕುವುದರಿಂದ ದೋಣಿಯ ಚಲನೆ, ರಾಕೆಟ್ ಉಡಾವಣೆ, ಗುಂಡು ಹಾರಿಸಿದಾಗ ಬಂದೂಕು ಹಿಂದಕ್ಕೆ ಚಲಿಸುವುದೇ ಮುಂತಾದುವುಗಳನ್ನು ವಿಶ್ಲೇಷಿಸಬಹುದು. ಇಲ್ಲಿ ಮುಖ್ಯವಾಗಿ ಗಮನಿಸಬೇಕಾದದ್ದು ಕ್ರಿಯೆ ಮತ್ತು ಪ್ರತಿಕ್ರಿಯೆಗಳು ಒಂದೇ ವಸ್ತುವಿನಮೇಲೆ ಆರೋಪಿತವಾಗುವುದಿಲ್ಲ.

ಚಲನಪರಿಮಾಣ ನಿತ್ಯತ್ವ

ಪರಸ್ಪರ ಸಂಘಟ್ಟಿಸುವ ಕಾಯಗಳಿರುವ ಪರಿವೃತ ವ್ಯವಸ್ಥೆಯಲ್ಲಿ ಚಲನಪರಿಮಾಣದ ಮೊತ್ತವು ಸ್ಥಿರವಾಗಿರುತ್ತದೆ. ಇದನ್ನು ಚಲನಪರಿಮಾಣ ನಿತ್ಯತ್ವ ನಿಯಮವೆಂದು ಕರೆಯಲಾಗಿದೆ.



ಚಿತ್ರ 2.2.1

u_1 ವೇಗದಲ್ಲಿ ಚಲಿಸುತ್ತಿರುವ m_1 ದ್ರವ್ಯರಾಶಿಯ A ಎಂಬ ವಸ್ತುವು, ಅದೇ ದಿಕ್ಕಿನಲ್ಲಿ u_2 ವೇಗದಲ್ಲಿ ಚಲಿಸುತ್ತಿರುವ $(u_2 < u_1)$ m_2 ದ್ರವ್ಯರಾಶಿಯ B ಎಂಬ ವಸ್ತುವನ್ನು ಸಂಘಟ್ಟಿಸಲಿ. ಸಂಘಟ್ಟಿಸುವ ಅವಧಿ t ಆದಾಗ ಅವುಗಳ ಅಂತಿಮ ವೇಗಗಳು ಅನುಕ್ರಮವಾಗಿ v_1 ಮತ್ತು v_2 ಆಗಿರಲಿ.

ಸಂಘಟ್ಟನೆಗೆ ಮೊದಲಿನ ಚಲನಪರಿಮಾಣ ಮೊತ್ತ = $m_1 u_1 + m_2 u_2$

ಸಂಘಟ್ಟನೆಯ ನಂತರ = $m_1 v_1 + m_2 v_2$

ಚಲನಪರಿಮಾಣ ನಿತ್ಯತ್ವ ನಿಯಮದ ಪ್ರಕಾರ;

$$m_1 u_1 + m_2 u_2 = m_1 v_1 + m_2 v_2 \qquad \text{..................2.2.3}$$

ಸಾಧನೆ

ಘರ್ಷಣೆ ಸಂಭವಿಸಿದಾಗ A ವಸ್ತುವು B ವಸ್ತುವಿನ ಮೇಲೆ ಆರೋಪಿಸುವ ಕ್ರಿಯೆಯು F_1 ಆಗಿರಲಿ. ಇದೇ ರೀತಿ B ಯು A ಮೇಲೆ ಆರೋಪಿಸುವ ಪ್ರತಿಕ್ರಿಯೆಯು F_2 ಆಗಿರಲಿ. ನ್ಯೂಟನ್ ಎರಡನೆಯ ನಿಯಮದ ಪ್ರಕಾರ;

$$F_1 = m_2 a_2 = m_2 \frac{(v_2 - u_2)}{t} = \frac{m_2 v_2 - m_2 u_2}{t}$$

$$F_2 = m_1 a_1 = m_1 \frac{(v_1 - u_1)}{t} = \frac{m_1 v_1 - m_1 u_1}{t}$$

ನ್ಯೂಟನ್ ಮೂರನೆಯ ನಿಯಮದ ಪ್ರಕಾರ $F_1 = -F_2$

ಅಂದರೆ $\frac{m_2 v_2 - m_2 u_2}{t} = -\frac{(m_1 v_1 - m_1 u_1)}{t}$

$$m_2 v_2 - m_2 u_2 = -m_1 v_1 + m_1 u_1$$

ಅಥವಾ $m_1 u_1 + m_2 u_2 = m_1 v_1 + m_2 v_2$ -----------2.2.4

ನಿದರ್ಶನಗಳು

ಬಂದೂಕಿನಿಂದ ಗುಂಡನ್ನು ಹಾರಿಸಿದಾಗ ಹೊರಗೆ ಹೋಗುವ ಗುಂಡು ಬಂದೂಕಿನ ಮೇಲೆ ಪ್ರತಿಕ್ರಿಯೆಯನ್ನು ಪ್ರಯೋಗಿಸುತ್ತದೆ. ಇದರ ಪರಿಣಾಮವಾಗಿ ಬಂದೂಕು ಬಲವಾಗಿ ಹಿನ್ನೆಗೆಯುತ್ತದೆ. ಬಂದೂಕು ಹಾಗೂ ಗುಂಡಿನ ದ್ರವ್ಯರಾಶಿಯು ಅನುಕ್ರಮವಾಗಿ M ಮತ್ತು m ಇರಲಿ. ಬಂದೂಕನ್ನು ಹಾರಿಸುವ ಮೊದಲು ಅವುಗಳ ವೇಗಗಳು ಸೊನ್ನೆಯಾಗಿರುವುದರಿಂದ ಆರಂಭ ಚಲನಪರಿಮಾಣ ಮೊತ್ತವೂ ಸೊನ್ನೆಯಾಗಿರುತ್ತದೆ. ಬಂದೂಕನ್ನು ಸಿಡಿಸಿದಾಗ ಗುಂಡು v ವೇಗದಿಂದ ಹೊರಬಂದು, ಬಂದೂಕಿನ ಅಂತಿಮವೇಗವು x ಆಗಿದ್ದಲ್ಲಿ;

$$Mx + mv = 0 \text{ ಅಥವಾ } x = -\frac{mv}{M}$$

ಪ್ರತಿವೇಗ x ನ ಋಣ ಚಿಹ್ನೆಯು ಬಂದೂಕು ಗುಂಡಿಗೆ ವಿರುದ್ಧ ದಿಕ್ಕಿನಲ್ಲಿ ಚಲಿಸುವುದನ್ನು ಸೂಚಿಸುತ್ತದೆ.

2. ಬ್ಯಾಟಿನಿಂದ ಚೆಂಡನ್ನು ಹೊಡೆದಾಗ ಚೆಂಡು ಮುಂದಕ್ಕೂ ಬ್ಯಾಟು ಹಿಂದಕ್ಕೂ ಚಲಿಸುತ್ತವೆ. ಇದಕ್ಕೆ ವಿವರಣೆ ಹೀಗಿದೆ. ಬ್ಯಾಟು ಚೆಂಡನ್ನು ತಾಗುವ ಮುನ್ನ ಅವುಗಳ ವೇಗಗಳು ಶೂನ್ಯವಾಗಿದ್ದು ಅವುಗಳ ಚಲನಪರಿಮಾಣಗಳ ಮೊತ್ತವೂ ಶೂನ್ಯವಾಗಿರುತ್ತದೆ. ಸಂಘಟ್ಟನೆಯ ನಂತರ ಚಲನಪರಿಮಾಣಗಳ ಮೊತ್ತವು ಶೂನ್ಯವಾಗಬೇಕಾದರೆ ಅವೆರಡೂ ಪರಸ್ಪರ ವಿರುದ್ಧ ದಿಕ್ಕಿನಲ್ಲಿ ಚಲಿಸಬೇಕು.

3. ದಡದಲ್ಲಿ ನಿಂತಿರುವ ದೋಣಿಯ ಮೇಲೆ ನಿಂತುಕೊಂಡು ದಡದತ್ತ ಕಲ್ಲುಗಳನ್ನು ಎಸೆದಲ್ಲಿ ದೋಣಿ ವಿರುದ್ಧ ದಿಕ್ಕಿನಲ್ಲಿ ನೀರಿನಮೇಲೆ ಚಲಿಸುತ್ತದೆ.

4. ಬಿಲಿಯಾರ್ಡ್ಸ್ ಆಟದಲ್ಲಿ ಗೋಲಿಯನ್ನು ನೂಕಿದಾಗ ಅದು ಬೇರೆ ಗೋಲಿಗಳನ್ನು ತಾಗಿ ಚದುರುವುದನ್ನು ಗಮನಿಸೋಣ. ಚದುರಿದ ಗೋಲಿಗಳ ಚಲನಪರಿಮಾಣವನ್ನು ಒಂದೇ ದಿಕ್ಕಿನಲ್ಲಿ ಪರಿಗಣಿಸಿ ನಿತ್ಯತ್ವ ನಿಯಮವನ್ನು ಸಾಧಿಸಬಹುದು.

5. ಕ್ಷಿಪಣಿಯ ಉಡಾವಣೆಯೂ ಈ ನಿಯಮಕ್ಕೆ ಉತ್ತಮ ಉದಾಹರಣೆ.

ಉದಾಹರಣೆಗಳು

1. ಸ್ಥಿರವಾಗಿ ನಿಂತಿರುವ 5 kg ದ್ರವ್ಯರಾಶಿಯ ಒಂದು ವಸ್ತುವಿನ ಮೇಲೆ 8N ಬಲವು 2s ಕಾಲದಲ್ಲಿ ಆರೋಪಿತವಾಗಿದೆ. ಈ ಅವಧಿಯಲ್ಲಿ ವಸ್ತುವು ಚಲಿಸಿದ ದೂರ ಹಾಗೂ ಅದರ ಅಂತಿಮವೇಗವನ್ನು ಕಂಡುಹಿಡಿಯಿರಿ.

$m = 5$ kg, $F = 8N$ $a = F/m = 8/5 = 1.6$ ms^{-2}

$u = 0$

$S = ut + ½ at^2$

$= 0 + ½ \times 1.6 \times 2^2 = 3.2$ m

ಕ್ರಮಿಸಿದ ದೂರ = 3.2m

$V = u + at = 0 + 1.6 \times 2 = 3.2$

ಅಂತಿಮ ವೇಗ = $3.2ms^{-1}$

2. ಗಂಟೆಗೆ 36 km ವೇಗದಲ್ಲಿ ಓಡುತ್ತಿರುವ 800 kg ತೂಕದ ಕಾರಿಗೆ ಬ್ರೇಕ್ ಹಾಕಿದಾಗ ಸಮವೇಗಾಪಕರ್ಷದೊಡನೆ ಚಲಿಸಿ 2 ಸೆಕೆಂಡಿನಲ್ಲಿ ಸ್ಥಿರಸ್ಥಿತಿಗೆ ಬರುತ್ತದೆ. ತಡೆಯು ಒಡ್ಡಿದ ಬಲವೆಷ್ಟು?

$m = 800$ kg, $u = 36kmh^{-1} = 10ms^{-1}$

ಅಂತಿಮವೇಗ $v=0$, $t=2$sec.

$$a = \frac{v - u}{t} = \frac{0 - 10}{2} = \frac{-10}{2} \quad ms^{-2}$$

$F = ma = 800 \times -5 = -4000N$

ತಡೆಯು ಒಡ್ಡಿದ ಬಲ = 4000N

3. 1kg ಭಾರದ ಗುಂಡು 39.2m ಎತ್ತರದಿಂದ ಮರಳಿನರಾಶಿಯ ಮೇಲೆ ಬಿದ್ದನಂತರ 10cm ದೂರ ಮರಳಿನಲ್ಲಿ ಚಲಿಸಿ ಸ್ಥಿರವಾದರೆ, ಮರಳು ಒಡ್ಡಿದ ತಡೆಬಲವನ್ನು ಕಂಡುಹಿಡಿಯಿರಿ. $g = 9.8ms^{-2}$

ಗುಂಡಿನ ಆರಂಭವೇಗ $u_1 = 0$

ಬಿದ್ದ ಎತ್ತರ 39.2m ಮರಳುರಾಶಿಯಮೇಲೆ ಬಿದ್ದಾಗಿನ ವೇಗ $v_1 = ?$

$v_1^2 = u_1^2 + 2gh_1$

$= 0 + 2 \times 9.8 \times 39.2$

$v_1 = 27.71 ms^{-1}$

ಮರಳಿನ ರಾಶಿಯಲ್ಲಿ ಚಲಿಸುವಾಗಿನ ಆರಂಭವೇಗ $u_2 = v_1 = 27.71 ms^{-1}$ ಮರಳಿನಲ್ಲಿ ಕ್ರಮಿಸಿದ ದೂರ = 10cm = 0.1m

ಅಂತಿಮ ವೇಗ $v_2 = 0$

$v_2^2 = u_2^2 + 2as_2$

$0 = (27.71)^2 + 2a \times 0.1$

$\therefore a = \frac{-(27.71)^2}{0.2} = -3839.2ms^{-2}$

$F = ma = 1 \times (-3839.2)$

ಮರಳು ಒಡ್ಡಿದ ತಡೆಬಲ 3839.2N

4. $30cms^{-1}$ ವೇಗದಲ್ಲಿ ಚಲಿಸುತ್ತಿರುವ 200gm ತೂಕದ ವಸ್ತುವು ಅದೇ ದಿಕ್ಕಿನಲ್ಲಿ $20cms^{-1}$ ವೇಗದಲ್ಲಿ ಚಲಿಸುತ್ತಿರುವ 100gm ತೂಕದ ವಸ್ತುವಿಗೆ ಡಿಕ್ಕಿಹೊಡೆದನಂತರ, ಭಾರವಾದ ವಸ್ತುವು $15cms^{-1}$ ವೇಗದಲ್ಲಿ ಅದೇ ದಿಕ್ಕಿನಲ್ಲಿ ಚಲಿಸಿದರೆ, ಹಗುರವಾದ ವಸ್ತುವಿನ ಅಂತಿಮ ವೇಗವೆಷ್ಟು?

ಡಿಕ್ಕಿಹೊಡೆಯುವುದಕ್ಕೆ ಮೊದಲು : $u_1 = 30cms^{-1}$ $u_2 = 20cms^{-1}$

$m_1 = 200gm$ $m_2 = 100gm$

ಡಿಕ್ಕಿಹೊಡೆದ ನಂತರ : $v_1 = 15cms^{-1}$ $v_2 = ?$

ಚಲನಪರಿಮಾಣದ ನಿತ್ಯತ್ವ ನಿಯಮದ ಪ್ರಕಾರ :

$m_1 v_1 + m_2 u_2 = m_1 v_1 + m_2 u_2$

$200 \times 30 + 100 \times 20 = 200 \times 15 + 100 v_2$

$\therefore v_2 = \frac{5000}{100} = 50cms^{-1}$

ಹಗುರವಾದ ವಸ್ತುವಿನ ಅಂತಿಮವೇಗ $50cms^{-1}$

5. ಒಂದೇ ದಿಕ್ಕಿನಲ್ಲಿ, ಅನುಕ್ರಮವಾಗಿ $25cms^{-1}$ ಮತ್ತು $15cms^{-1}$ ವೇಗದಲ್ಲಿ ಚಲಿಸುತ್ತಿರುವ ಎರಡು ಸಮಾನ ತೂಕದ ವಸ್ತುಗಳು ಡಿಕ್ಕಿಹೊಡೆದ ನಂತರ ಒಟ್ಟಿಗೆ ಚಲಿಸಿದರೆ ಅವುಗಳ ಸಮಾನ ಅಂತಿಮ ವೇಗವೆಷ್ಟು ?

$m_1 = m_2 = m,\ u_1 = 25cms^{-1}\ \ u_2 = 15cms^{-1}$

$v_1 = v_2 = v,$

ಚಲನ ಪರಿಮಾಣ ನಿತ್ಯತ್ವ ನಿಯಮದ ಪ್ರಕಾರ

$mv_2 + m_1 v_1 = m_2 u_2 + m_1 u_1$

$2mv = m(15) + m(25) = 40m$

$\therefore v = 20cms^{-1}$

ಸಮತೂಕ ವಸ್ತುಗಳ ಸಮಾನ ಅಂತಿಮವೇಗ $= 20cms^{-1}$

6. 1kg ತೂಕದ ರಿವಾಲ್ವರ್‌ನಿಂದ 25gm ತೂಕದ ಗುಂಡನ್ನು ಹಾರಿಸಿದಾಗ ಆದರ ವೇಗ $50ms^{-1}$ ಆದರೆ ಬಂದೂಕಿನ ಪ್ರತಿವೇಗವೆಷ್ಟು ?

$M = 1kg \quad m = 25gm = 25 \times 10^{-3} kg$

ಗುಂಡಿನ ವೇಗ, $v=50ms^{-1}$ ಬಂದೂಕಿನ ಹಿನ್ನೆಗೆತದ ವೇಗ x

ಚಲನ ಪರಿಮಾಣ ನಿತ್ಯತ್ವದ ಪ್ರಕಾರ $Mx + mv = 0$

$\therefore x = -25 \times 10^{-3} \times 50 = -1.25$

ಪ್ರತಿವೇಗ $1.25ms^{-1}$

7. ಒಬ್ಬ ಗಾಲ್ಫ್ ಆಟಗಾರನು 60gm ತೂಕದ ಚೆಂಡನ್ನು ದಾಂಡಿನಿಂದ ಬಾರಿಸಿದಾಗ, ಚೆಂಡು $3000cms^{-1}$ ವೇಗದಿಂದ ಚಲಿಸುತ್ತದೆ. ಚೆಂಡಿನಲ್ಲಿ ಉಂಟಾದ ಬಲದ ಆವೇಗವೆಷ್ಟು? ಚೆಂಡು - ದಾಂಡುಗಳ ಸಂಘಟ್ಟನೆಯ ಅವಧಿ 0.004 ಸೆಕೆಂಡ್ ಆದರೆ ಆವೇಗೀ ಬಲವೆಷ್ಟು?

ಚೆಂಡಿನ ಆರಂಭವೇಗ = 0 $\therefore$ ಚೆಂಡಿನ ಆರಂಭ ಚಲನ ಪರಿಮಾಣ = 0

ಸಂಘಟ್ಟನೆಯ ನಂತರ ಚೆಂಡಿನ ಚಲನ ಪರಿಮಾಣ= $60 \times 3000 \times 10^{-5} kgms^{-1}$

ಬಲದ ಆವೇಗ = ಚಲನ ಪರಿಮಾಣದಲ್ಲಿನ ವ್ಯತ್ಯಾಸ = $1.8 - 0 = 1.8$

$1.8\ kgms^{-1}$

ಸರಾಸರಿ ಆವೇಗೀ ಬಲ $\frac{1.8}{0.004} = 450N$

ಅಭ್ಯಾಸ

ಒಂದು ಅಂಕದ ಪ್ರಶ್ನೆಗಳು

1. ಚಲನೆಯ ಮೊದಲ ನಿಯಮವು ತಿಳಿಸುವ ಮುಖ್ಯ ವಿಷಯಗಳನ್ನು ಹೆಸರಿಸಿ.

2. ಬಲವನ್ನು ಅಳೆಯುವ ವಿಧಾನವನ್ನು ತಿಳಿಸುವ ನಿಯಮವನ್ನು ತಿಳಿಸಿ.

3. ನೀರಿನ ಮೇಲೆ ಸ್ಥಿರವಾಗಿರುವ ದೋಣಿಯೊಳಗೆ ಕುಳಿತು ಒಂದು ಕಲ್ಲನ್ನು ಹಿಂದಕ್ಕೆ ಎಸೆದಾಗ ಆಗುವ ಪರಿಣಾಮವೇನು? ಕಾರಣವನ್ನು ಹೆಸರಿಸಿ.

4. ನಮ್ಮ ಜುಟ್ಟನ್ನು ನಮ್ಮ ಕೈಯಲ್ಲಿ ಹಿಡಿದು ದೇಹವನ್ನು ಮೇಲೆತ್ತಲಾಗುವುದಿಲ್ಲ. ಕಾರಣ ತಿಳಿಸಿ.

5. ನಿಂತಿರುವ ಲಾರಿಯನ್ನು ತಳ್ಳುವಾಗ ಬಲವನ್ನು ಅತಿಕಡಿಮೆ ಸಮಯ ಆರೋಪಿಸುವುದಕ್ಕಿಂತ ಹೆಚ್ಚುಕಾಲ ತಳ್ಳಿದರೆ ನಿರೀಕ್ಷಿಸಿದ ಪರಿಣಾಮ ಪಡೆಯಬಹುದು. ಏಕೆ, ಕಾರಣ ತಿಳಿಸಿ.

6. ಮೇಲೇರುತ್ತಿರುವ ಬಲೂನಿನಿಂದ ಒಂದು ವಸ್ತುವನ್ನು ಕೆಳಕ್ಕೆ ಹಾಕಿದಾಗ, ವಸ್ತುವಿನ ಚಲನೆ ಹೇಗಿರುತ್ತದೆ. ವಿವರಿಸಿ.

ಎರಡು ಅಂಕಗಳ ಪ್ರಶ್ನೆಗಳು

1. ನ್ಯೂಟನ್ ಪ್ರತಿಪಾದಿಸಿದ ಚಲನೆಯ ಮೊದಲ ನಿಯಮದ ಮಹತ್ವವನ್ನು ವಿವರಿಸಿ.

2. ಚಲನೆಯ ಎರಡನೆಯ ನಿಯಮದ ಮಹತ್ವವೇನು?

3. ಚಲನೆಯ ಮೂರನೆಯ ನಿಯಮದ ಮಹತ್ವವೇನು?

4. ಆವೇಗ ಮತ್ತು ಆವೇಗೀಯ ಬಲಗಳನ್ನು ವಿವರಿಸಿ.

5. ಚಲನ ಪರಿಮಾಣ ನಿತ್ಯತ್ವಕ್ಕೆ ಎರಡು ಉದಾಹರಣೆಗಳನ್ನು ಕೊಡಿ.

ನಾಲ್ಕು ಅಂಕಗಳ ಪ್ರಶ್ನೆಗಳು

1. ನ್ಯೂಟನ್ ಪ್ರತಿಪಾದಿಸಿದ ಚಲನೆಯ ನಿಯಮಗಳನ್ನು ಬರೆದು ಮೊದಲನೆಯ ನಿಯಮದ ಮಹತ್ವವನ್ನು ಉದಾಹರಣೆ ಸಹಿತ ವಿವರಿಸಿ.

2. ಚಲನೆಯ ಮೂರನೆಯ ನಿಯಮದಿಂದ ಚಲನಪರಿಮಾಣ ನಿತ್ಯತ್ವವನ್ನು ಸಾಧಿಸಿ.

3. $F = ma$ ಸಮೀಕರಣವನ್ನು ವ್ಯುತ್ಪತ್ತಿಸಿ.

4. ನ್ಯೂಟನ್ ಪ್ರತಿಪಾದಿಸಿದ ಚಲನೆಯ ನಿಯಮಗಳ ಮಹತ್ವವನ್ನು ಉದಾಹರಣೆ ಸಹಿತ ವಿವರಿಸಿ.

ಲೆಕ್ಕಗಳು, ಐದು ಅಂಕಗಳು

1. ಸ್ಥಿರಸ್ಥಿತಿಯಲ್ಲಿರುವ 10kg ಭಾರದ ವಸ್ತುವಿನ ಮೇಲೆ 5 ಸೆಕೆಂಡುಗಳ ಕಾಲ 5N ಬಲಪ್ರಯೋಗಮಾಡಿದರೆ, ಆ ವಸ್ತುವು ಪಡೆದುಕೊಂಡ ವೇಗ ಮತ್ತು ಈ ಅವಧಿಯಲ್ಲಿ ಕ್ರಮಿಸಿದ ದೂರವನ್ನು ಲೆಕ್ಕಿಸಿ. [$10ms^{-1}$, 25m]

2. 72 kmph ವೇಗದಲ್ಲಿ ಚಲಿಸುತ್ತಿರುವ 5000kg ಭಾರದ ರೈಲ್ವೆ ಎಂಜಿನ್ 10 ಸೆಕೆಂಡುಗಳಲ್ಲಿ ಸ್ಥಿರಸ್ಥಿತಿಗೆ ಬರುವಂತೆ, ಆರೋಪಿಸಲಾದ ತಡೆಬಲವನ್ನು ಲೆಕ್ಕಿಸಿ. [10000N]

3. 20gm ತೂಕದ ಒಂದು ಗುಂಡು, ಮರದ ದಿಮ್ಮಿಯನ್ನು $250ms^{-1}$ ವೇಗದಲ್ಲಿ ತಗುಲಿದ ನಂತರ ದಿಮ್ಮಿಯೊಳಗೆ 50cm ದೂರ ಚಲಿಸಿನಿಂತರೆ, ಮರವು ಗುಂಡಿಗೆ ಒಡ್ಡಿದ ತಡೆಬಲವನ್ನು ಲೆಕ್ಕಿಸಿ. [125N]

4 . 5kg ತೂಕದ ಸ್ಥಿರಸ್ಥಿತಿಯಲ್ಲಿರುವ ಒಂದು ವಸ್ತುವಿಗೆ 10cms^{-1} ವೇಗದಲ್ಲಿ ಚಲಿಸುತ್ತಿರುವ 8kg ತೂಕದ ಮತ್ತೊಂದು ವಸ್ತುವು ಘಟ್ಟಿಸಿದ ನಂತರ ಹೆಚ್ಚುಭಾರದ ವಸ್ತುವು 4cms^{-1} ವೇಗದಲ್ಲಿ ಚಲಿಸಿದರೆ ಕಡಮೆ ಭಾರದ ವಸ್ತುವಿನ ಅಂತಿಮವೇಗ ಎಷ್ಟು

[9.6ms^{-1}]

5 . 15cms^{-1} ವೇಗದಲ್ಲಿ ಚಲಿಸುತ್ತಿರುವ 20kg ತೂಕದ ಒಂದು ವಸ್ತುವು, ಅದೇ ದಿಕ್ಕಿನಲ್ಲಿ 6cms^{-1} ವೇಗದಲ್ಲಿ ಚಲಿಸುತ್ತಿರುವ 10kg ತೂಕದ ಮತ್ತೊಂದು ವಸ್ತುವನ್ನು ಘಟ್ಟಿಸಿದನಂತರ, ಈ ಎರಡೂ ವಸ್ತುಗಳೂ ಒಟ್ಟಿಗೆ ಅದೇ ಸರಳರೇಖೆಯಲ್ಲಿ ಚಲಿಸಿದರೆ, ಅವುಗಳ ಸಮಾನ ವೇಗ ಎಷ್ಟು? [12cms^{-1}]

6 . 100 ಕೆಜಿ ತೂಕದ ಒಂದು ಬಂದೂಕಿನಿಂದ 8g ತೂಕದ ಗುಂಡನ್ನು 240ms^{-1} ವೇಗದಲ್ಲಿ ಹಾರಿಸಿದಾಗ ಬಂದೂಕಿನ ಹಿಮ್ಮುಖವೇಗವನ್ನು ಕಂಡುಹಿಡಿಯಿರಿ.

[0.0192 ms^{-1}]

7 . 10ms^{-1} ವೇಗದಲ್ಲಿ ಚಲಿಸುತ್ತಿರುವ 120gm ತೂಕದ ಚೆಂಡು ಬ್ಯಾಟಿಗೆ ತಗುಲಿದ ನಂತರ 16 ms^{-1} ವೇಗದಲ್ಲಿ ಅದೇ ಸರಳರೇಖೆಯಲ್ಲಿ ಹಿಂದಿರುಗಲು 0.02 ಸೆಕೆಂಡ್ ಕಾಲ ತೆಗೆದುಕೊಂಡರೆ, ಬ್ಯಾಟಿನಿಂದ ಆರೋಪಿತವಾದ ಬಲ ಎಷ್ಟು?

[156N]

2.3 ಎರಡು ಆಯಾಮಗಳಲ್ಲಿ ಚಲನೆ

ಒಂದು ವಸ್ತುವನ್ನು ಮುಕ್ತವಾಗಿ ಬೀಳಲು ಬಿಟ್ಟು, ಅದೇ ಮಟ್ಟದಿಂದ ಮತ್ತು ಅದೇ ಕ್ಷಣದಲ್ಲಿ ಮತ್ತೊಂದು ವಸ್ತುವನ್ನು ಕ್ಷಿತಿಜಕ್ಕೆ ಸಮಾಂತರವಾಗಿ ಎಸೆದರೆ, ಆ ಎರಡು ವಸ್ತುಗಳೂ ಭೂಮಿಯನ್ನು ಏಕಕಾಲದಲ್ಲಿ ಮುಟ್ಟುತ್ತವೆ. ದೈನಂದಿನ ಜೀವನದಲ್ಲಿ ಗಮನಿಸುವ ಹೆಚ್ಚಿನ ಚಲನೆಗಳು ಏಕಆಯಾಮ ಚಲನೆಗಳಾಗಿರದೆ ದ್ವಿಆಯಾಮ ಅಥವಾ ತ್ರಿಆಯಾಮ ಚಲನೆಗಳಾಗಿರುತ್ತವೆ. ಈ ಅಧ್ಯಾಯದಲ್ಲಿ ಎರಡು ಆಯಾಮ ಚಲನೆಯನ್ನು ಚರ್ಚಿಸಲಾಗಿದೆ. ಪ್ರಕ್ಷೇಪಕ (Projectile) ಚಲನೆಯು ದ್ವಿಆಯಾಮ ಚಲನೆಗೆ ಒಂದು ಸರಳ ಉದಾಹರಣೆ.

ಪ್ರಕ್ಷೇಪಕ ಚಲನೆ : ಯಾವುದೇ ಒಂದು ವಸ್ತುವನ್ನು ನೆಲಕ್ಕೆ ಲಂಬವಾಗಿ ಮೇಲಕ್ಕೆಸೆದರೆ ಅದು ಒಂದು ಸರಳರೇಖೆಯಲ್ಲಿ ನೇರವಾಗಿ ಮೇಲಕ್ಕೆ ಹೋಗಿ ನಂತರ ಅದೇ ಪಥದಲ್ಲಿ ಕೆಳಕ್ಕೆ ಬೀಳುತ್ತದೆ. ಅದೇ ವಸ್ತುವನ್ನು ಓರೆಯಾಗಿ ಎಸೆದಾಗ ವಕ್ರ ಹಾದಿಯಲ್ಲಿ ಚಲಿಸುತ್ತದೆ. ಆಗ ಅದರ ಚಲನೆಯು ದ್ವಿಪರಿಮಾಣ ಚಲನೆಯಾಗಿರುತ್ತದೆ. ಹೀಗೆ ದಿಗಂತದಿಂದ 90 ಡಿಗ್ರಿಗಿಂತ ಕಡಿಮೆ ಕೋನದಲ್ಲಿ ಎಸೆಯಲ್ಪಟ್ಟ ವಸ್ತುವಿಗೆ ಪ್ರಕ್ಷೇಪಕವೆಂದು ಹೆಸರು.

ಪ್ರಕ್ಷೇಪಕದ ಚಲನೆಗೆ ಸಂಬಂಧಿಸಿದ ಪ್ರಮುಖ ಪರಿಕಲ್ಪನೆಗಳು

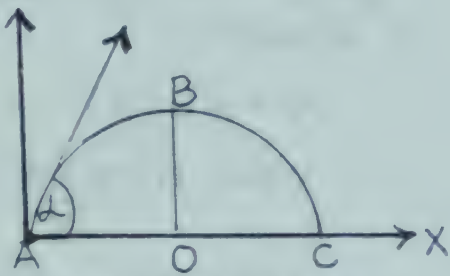
1. **ಪಥ** : ಒಂದು ಪ್ರಕ್ಷೇಪಕ ಚಲಿಸುವ ಪಥವನ್ನು ಪ್ರಕ್ಷೇಪಕದ ಪಥ ಎಂದು ಕರೆಯಲಾಗುತ್ತದೆ.

2. **ಕೋನ** : ಪ್ರಕ್ಷೇಪಕವನ್ನು ಎಸೆಯುವ ದಿಕ್ಕು ಮತ್ತು ದಿಗಂತದ ಮಧ್ಯದ ಕೋನ. ಚಿತ್ರದಲ್ಲಿ α ಎಂದು ಇದನ್ನು ಗುರುತಿಸಿದೆ.

3. **ಎತ್ತರ** : ಪ್ರಕ್ಷೇಪಕ ಪಥದಲ್ಲಿರುವ ಅತ್ಯಂತ ಎತ್ತರದ ಬಿಂದು ಚಿತ್ರವಲ್ಲಿ OB

4. **ಹಾರುವಿಕೆಯ ಕಾಲ** : ಪ್ರಕ್ಷೇಪಕವು ತನ್ನ ಪಥವನ್ನು ಕ್ರಮಿಸುತ್ತಾ ಎಸೆಯಲ್ಪಟ್ಟ ಬಿಂದುವಿನಷ್ಟೆ ಎತ್ತರದ ಬಿಂದುವಿಗೆ ತಲುಪಲು ತೆಗೆದುಕೊಳ್ಳುವ ಸಮಯ.

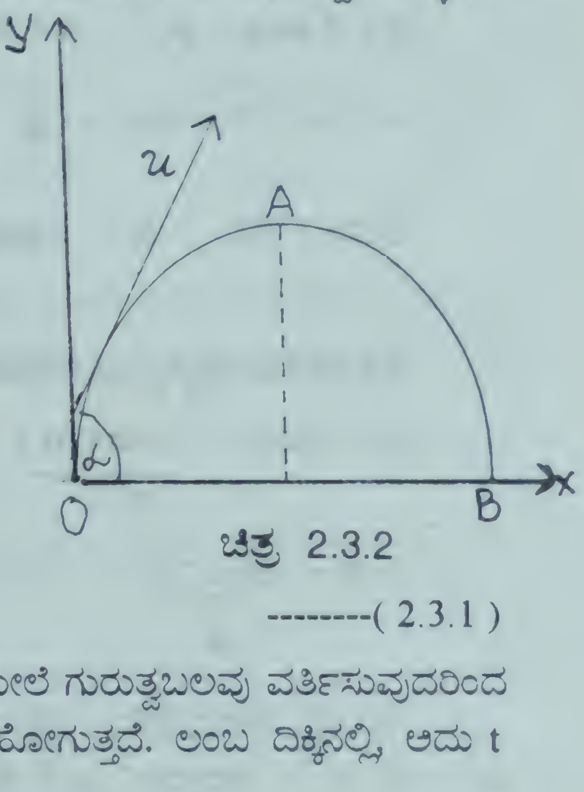
5. **ವ್ಯಾಪ್ತಿ** : ಪ್ರಕ್ಷೇಪಕವನ್ನು ಎಸೆದ ಬಿಂದುವಿಗೂ ಮತ್ತು ಅದೇ ಸಮತಲವಲ್ಲಿ ತಲುಪುವ ಬಿಂದುವಿಗೂ ಇರುವ ದೂರ ಚಿತ್ರದಲ್ಲಿ AC



ಚಿತ್ರ 2.3.1

ಪ್ರಕ್ಷೇಪಕದ ಪಥಕ್ಕೆ ಸಮೀಕರಣ

ಒಂದು ಪ್ರಕ್ಷೇಪಕವನ್ನು u ವೇಗದಲ್ಲಿ ಉಡಾಯಿಸಲಾಗಿದೆ ಎಂದಿಟ್ಟುಕೊಳ್ಳೋಣ. ಅದರ ಕೋನವು α ಆಗಿರಲಿ. ವೇಗ u ಅನ್ನು ಎರಡು ಆಯತಾಂಗಗಳಾಗಿ(Components) ವಿಭಜಿಸಬಹುದು. ox ದಿಕ್ಕಿನಲ್ಲಿನ ಆಯತಾಂಗವು $u \cos \alpha$ ಆಗಿಯೂ, oy ದಿಕ್ಕಿನಲ್ಲಿ $u \sin \alpha$ ಆಗಿಯೂ ಇರುತ್ತವೆ. $u \cos\alpha$ ಆಯಾತಾಂಗದ ಮೇಲೆ ಗುರುತ್ವಬಲದ ಪ್ರಭಾವವಿಲ್ಲದಿರುವುದರಿಂದ ಅದು ಯಾವ ವ್ಯತ್ಯಾಸವನ್ನೂ ಹೊಂದುವುದಿಲ್ಲ. t ಕಾಲಾವಧಿಯಲ್ಲಿ ಅದು x ದೂರವನ್ನು ಕ್ರಮಿಸಿದರೆ



ಚಿತ್ರ 2.3.2

$$x = u \cos \alpha \times t \qquad \text{--------(2.3.1)}$$

ದಿಗಂತಕ್ಕೆ ಲಂಬವಾದ ಆಯತಾಂಗದ ಮೇಲೆ ಗುರುತ್ವಬಲವು ವರ್ತಿಸುವುದರಿಂದ ಅದರ ವೇಗವು ಕ್ರಮೇಣ ಕಡಿಮೆಯಾಗುತ್ತಾ ಹೋಗುತ್ತದೆ. ಲಂಬ ದಿಕ್ಕಿನಲ್ಲಿ, ಅದು t ಕಾಲಾವಧಿಯಲ್ಲಿ y ದೂರವನ್ನು ಕ್ರಮಿಸಿದರೆ

$$y = u \sin \alpha \ t - \tfrac{1}{2} g t^2 \qquad \text{----(2.3.2)}$$

ಸಮೀಕರಣ (2.3.1) ರಿಂದ $t = x / u \cos \alpha$ ಇದನ್ನು ಸಮೀಕರಣ (2.3.2) ರಲ್ಲಿ ಉಪಯೋಗಿಸಿದರೆ,

$$y = u \sin \alpha \left(\frac{x}{u \cos \alpha} \right) - \frac{1}{2} g (x / u \cos \alpha)^2$$

$$\therefore y = x \tan \alpha - \frac{1}{2} g x^2 / u^2 \cos^2 \alpha$$

ಅಥವಾ $y = ax - bx^2$ ------(2.3.3)

ಇಲ್ಲಿ $a = \tan \alpha \quad b = \frac{1}{2} g / u^2 \cos^2 \alpha$

ಮೇಲಿನ ಸಮೀಕರಣವು ನಿರ್ದೇಶಿಸುವ ರೇಖೆಗೆ ಪರವಲಯ ಅಥವಾ ಪೆರಾಬೊಲ ಎಂದು ಹೆಸರು. ಇದರಿಂದಾಗಿ ಪ್ರಕ್ಷೇಪಕದ ಪಥವು ಪೆರಾಬೊಲವಾಗಿದೆ.

ಪ್ರಕ್ಷೇಪಕದ ಎತ್ತರ - ಊರ್ಧ್ವ ಚಲನೆಯನ್ನು ಗಣನೆಗೆ ತೆಗೆದುಕೊಂಡರೆ ಅತಿ ಎತ್ತರ ಸ್ಥಾನದಲ್ಲಿ ವೇಗದ ಅಂಗವು ಶೂನ್ಯವಾಗಿರುತ್ತದೆ. ಆದ್ದರಿಂದ, ಪ್ರಕ್ಷೇಪಕವು ಗರಿಷ್ಠ ಎತ್ತರ H ತಲುಪಿದಾಗ

$O = (u \sin \alpha)^2 - 2gH$ ($v^2 = u^2 - 2gs$ ಸಮೀಕರಣದಿಂದ)

ಅಥವಾ $H = \frac{u^2 \sin^2 \alpha}{2g}$ ------(2.3.4)

ಹಾರಾಟ ಕಾಲ — ಗರಿಷ್ಠ ಎತ್ತರವನ್ನು ತಲುಪಲು ಬೇಕಾದ ಸಮಯ t ಆಗಿರಲಿ.

$O = u \sin a - gt$ ($v = u + at$ ಸಮೀಕರಣದಿಂದ)

ಅಥವಾ $t = u \sin \alpha / g$ --------(2.3.5)

ಹಾರಾಟ ಕಾಲ $= 2t = 2 u \sin \alpha / g$

ಪ್ರಕ್ಷೇಪಕದ ವ್ಯಾಪ್ತಿ-ಚಿತ್ರದಲ್ಲಿ $OB = R$ ಪ್ರಕ್ಷೇಪಕದ ವ್ಯಾಪ್ತಿಯನ್ನು ಸೂಚಿಸುತ್ತದೆ.

$$R = u \cos \alpha \left(\frac{2u \sin \alpha}{g} \right)$$

$\therefore R = \frac{u^2 \sin 2\alpha}{g}$ ------(2.3.6)

ನಿರ್ದಿಷ್ಟ ವೇಗದಲ್ಲೆಸೆದ ಪ್ರಕ್ಷೇಪಕವು ಗರಿಷ್ಠ ವ್ಯಾಪ್ತಿಯನ್ನು ತಲುಪಬೇಕಾದರೆ $\sin 2\alpha = 1$ ಅಥವಾ $2\alpha = 90^0$; $\alpha = 45^0$ ಆಗಿರಬೇಕು.

ಆದ್ದರಿಂದ ಗರಿಷ್ಠ ವ್ಯಾಪ್ತಿಗೆ ಎಸೆತದ ಕೋನವು 45^0 ಆಗಿರಬೇಕು.

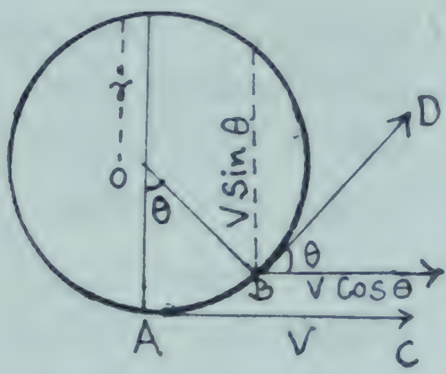
ಏಕರೂಪ ವೃತ್ತೀಯಚಲನೆ (Uniform circular motion)

ಏಕರೂಪ ವೃತ್ತೀಯಚಲನೆಯು ದ್ವಿಆಯಾಮ ಚಲನೆಗೆ ಇನ್ನೊಂದು ಉದಾಹರಣೆ. ವೃತ್ತಾಕಾರ ಪಥದಲ್ಲಿ ಸಮಜವದಲ್ಲಿ ಚಲಿಸುತ್ತಿರುವ ವಸ್ತುವಿನ ಚಲನೆಯನ್ನು ಏಕರೂಪ ವೃತ್ತೀಯಚಲನೆಯೆಂದು ಕರೆಯಲಾಗುತ್ತದೆ. ಸೌರಮಂಡಲದಲ್ಲಿ ಗ್ರಹಗಳ ಪಥ, ಪರಮಾಣು ಬೀಜ ಕೇಂದ್ರದ ಸುತ್ತ ಸುತ್ತುತ್ತಿರುವ ಇಲೆಕ್ಟ್ರಾನುಗಳು ಇವಕ್ಕೆ ಉದಾಹರಣೆ.

ಈ ರೀತಿಯ ಚಲನೆಯಲ್ಲಿ ಜವವು ಒಂದೇ ರೀತಿ ಇದ್ದರೂ ಅದರ ದಿಕ್ಕು ಪ್ರತಿಕ್ಷಣ ಬದಲಾಗುತ್ತಿರುವುದರಿಂದ ವಸ್ತುವು ವೇಗೋತ್ಕರ್ಷವನ್ನು ಪಡೆಯುತ್ತದೆ. ಈ ವೇಗೋತ್ಕರ್ಷವು ವಸ್ತುವಿನ ಪಥಕ್ಕೆ ಲಂಬವಾಗಿರುತ್ತದೆ. ಹೀಗಾಗಿ ವೇಗೋತ್ಕರ್ಷವು ತ್ರಿಜ್ಯೀಯವೂ, ಕೇಂದ್ರಾಭಿಮುಖಿಯೂ ಆಗಿರುತ್ತದೆ. ಇದನ್ನೇ ಕೇಂದ್ರಾಭಿಮುಖಿ ವೇಗೋತ್ಕರ್ಷ (Centripetal force) ವೆಂದು ಕರೆಯಲಾಗುತ್ತದೆ.

ಕೇಂದ್ರಾಭಿಮುಖಿ ವೇಗೋತ್ಕರ್ಷಕ್ಕೆ ಗಣಿತೋಕ್ತಿಯ ನಿಷ್ಪತ್ತಿ

ಚಿತ್ರದಲ್ಲಿ ತೋರಿಸಿರುವಂತೆ ಒಂದು ವಸ್ತುವು r ತ್ರಿಜ್ಯದ ವೃತ್ತಾಕಾರಪಥದಲ್ಲಿ v ಸಮಜವದಿಂದ ಚಲಿಸುತ್ತಿದೆ. AC ಸ್ಪರ್ಶರೇಖೆಯ ದಿಕ್ಕಿನಲ್ಲಿ ಅದರ ವೇಗವು v ಆಗಿದ್ದು, AO ದಿಕ್ಕಿನಲ್ಲಿ ವೇಗಕ್ಕೆ ಅಂಗಭಾಗ ಇರುವುದಿಲ್ಲ. ವಸ್ತುವು A ಬಿಂದುವಿನಿಂದ ಹೊರಟು, θ ಕೋನವನ್ನು t ಕಾಲಾವಧಿಯಲ್ಲಿ ಕ್ರಮಿಸಿ B ಬಿಂದುವನ್ನು ತಲುಪಿದೆ.B ಬಿಂದುವಿನಲ್ಲಿ ವೇಗವು BD ಸ್ಪರ್ಶರೇಖೆಯ ದಿಕ್ಕಿನಲ್ಲಿರುತ್ತದೆ. ಈ ವೇಗವನ್ನು ಎರಡು ಆಯತಾಂಗಗಳಾಗಿ ವಿಭಾಜಿಸಬಹುದು. AC ದಿಕ್ಕಿಗೆ ಸಮಾಂತರವಾಗಿ v cosθ ಮತ್ತು AO ದಿಕ್ಕಿಗೆ ಸಮಾಂತರವಾಗಿ v sinθ ಅಂಗಭಾಗಗಳನ್ನು ಚಿತ್ರದಲ್ಲಿ ತೋರಿಸಿದೆ. θ ಅತ್ಯಂತ ಚಿಕ್ಕದಾಗಿರುವಾಗ $\cos\theta = 1$ ಮತ್ತು $\sin\theta = \theta$ ಎಂದು ಪರಿಗಣಿಸಬಹುದು.



ಚಿತ್ರ 2.3.3

AC ಗೆ ಸಮಾಂತರ ದಿಕ್ಕಿನಲ್ಲಿ ವೇಗದ ಬದಲಾವಣೆ $v\cos\theta - v = v - v = 0$

ಅಂದರೆ ವೃತ್ತದ ಸ್ಪರ್ಶರೇಖೆಯ ದಿಕ್ಕಿನಲ್ಲಿ ವೇಗದಲ್ಲಿ ಬದಲಾವಣೆಯಿಲ್ಲವಾಗಿ ವೇಗೋತ್ಕರ್ಷ ಇರುವುದಿಲ್ಲ.

ಇನ್ನು AO ದಿಕ್ಕಿನಲ್ಲಿ ಉಂಟಾಗುವ ವೇಗದ ವ್ಯತ್ಯಾಸ;

$v\sin\theta - 0 = v\sin\theta = v\theta$

∴ AO ದಿಕ್ಕಿನಲ್ಲಿ ಉಂಟಾಗುವ ವೇಗೋತ್ಕರ್ಷ $\frac{v\theta}{t} = v\omega = r\omega^2 = \frac{v^2}{r}$

(ω = ಕೋನೀಯ ವೇಗ ಮತ್ತು $\omega = v/r$)

ಈ ವೇಗೋತ್ಕರ್ಷವು ಕೇಂದ್ರಾಭಿಮುಖವಾಗಿರುತ್ತದೆ.

ಕೇಂದ್ರಾಭಿಮುಖ ವೇಗೋತ್ಕರ್ಷ V^2/r ಅಥವಾ $\omega^2 r$

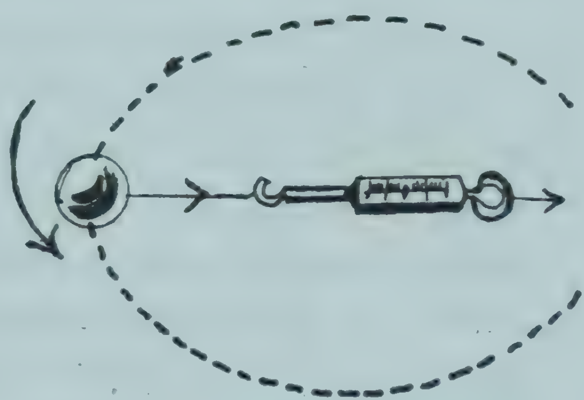
ಕೇಂದ್ರಾಭಿಮುಖ ಬಲ (Centripetal Force)

ವೃತ್ತಾಕಾರ ಪಥದಲ್ಲಿ ಸಮಜವದಿಂದ ಚಲಿಸುತ್ತಿರುವ ವಸ್ತುವಿನ ಮೇಲೆ ಆ ವೃತ್ತದ ಕೇಂದ್ರದ ಕಡೆಗೆ ಆರೋಪಿತವಾಗಿರುವ ತ್ರಿಜ್ಯೇಯ ಬಲಕ್ಕೆ ಕೇಂದ್ರಾಭಿಮುಖ ಬಲ ಎಂದು ಹೆಸರು.

m ದ್ರವ್ಯರಾಶಿಯ ವಸ್ತುವು v ವೇಗದಲ್ಲಿ r ತ್ರಿಜ್ಯದ ವೃತ್ತಾಕಾರ ಪಥದಲ್ಲಿ ಚಲಿಸುತ್ತಿರುವಾಗ ಅದರ ಕೇಂದ್ರಾಭಿಮುಖ ಬಲದ ಪರಿಮಾಣವು mv^2/r ಆಗಿರುತ್ತದೆ.

ಕೇಂದ್ರಾಭಿಮುಖ ಬಲಕ್ಕೆ ನಿದರ್ಶನಗಳು

1. ಒಂದು ಚೆಂಡನ್ನು ದಾರಕ್ಕೆ ಕಟ್ಟಿ ಚಿತ್ರದಲ್ಲಿ ತೋರಿಸಿರುವಂತೆ ವೃತ್ತಾಕಾರ ಪಥದಲ್ಲಿ ಸುತ್ತಿಸಿದರೆ ಚೆಂಡಿನ ಮೇಲೆ ಆರೋಪಿತ ವಾಗಿರುವ ಬಲವನ್ನು ಸ್ಪ್ರಿಂಗ್ ತಕ್ಕಡಿಯಲ್ಲಿ ನೇರವಾಗಿ ಅಳೆಯಬಹುದು.



ಚಿತ್ರ 2.3.4

2. ಗ್ರಹಗಳು ಸೂರ್ಯನ ಸುತ್ತಲೂ ವೃತ್ತಾಕಾರ ಪಥದಲ್ಲಿ ಸುತ್ತಲು ಬೇಕಾದ ಗುರುತ್ವಾಕರ್ಷಣ ಬಲವೇ ಕೇಂದ್ರಾಭಿಮುಖ ಬಲ.

3. ಇಲೆಕ್ಟ್ರಾನುಗಳು ಬೀಜಕಣದ ಸುತ್ತ ಸುತ್ತಲು ಅವುಗಳ ಮಧ್ಯದ ಇಲೆಕ್ಟ್ರೊಸ್ಟಾಟಿಕ್ ಬಲವು ಕೇಂದ್ರಾಭಿಮುಖ ಬಲವನ್ನು ನೀಡುತ್ತದೆ.

ಕೇಂದ್ರಾಪಗಾಮಿಬಲ (Centrifugal force)

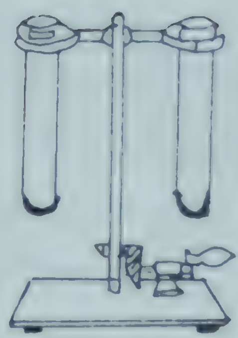
ತಿರುಗುತ್ತಿರುವ ವಸ್ತುವಿನ ಜಡತ್ವದಿಂದಾಗಿ ಅದು ಸುತ್ತುತ್ತಿರುವ ಅಕ್ಷ ಅಥವಾ ಕೇಂದ್ರಬಿಂದುವಿನಿಂದ ದೂರಕ್ಕೆ ತ್ರಿಜ್ಯೇಯ ದಿಕ್ಕಿನಲ್ಲಿ ವರ್ತಿಸುವ ಬಲಕ್ಕೆ ಕೇಂದ್ರಾಪಗಾಮಿ ಬಲವೆಂದು ಹೆಸರು.

ಕೇಂದ್ರಾಪಗಾಮಿಬಲವು ಕೇಂದ್ರಾಭಿಮುಖಬಲಕ್ಕೆ ಸಮನಾಗಿಯೂ ಹಾಗೂ ವಿರುದ್ಧ ದಿಕ್ಕಿನಲ್ಲಿಯೂ ಆರೋಪಿತವಾಗಿರುತ್ತವೆ. ಈ ಎರಡೂ ಬಲಗಳು ಒಂದೇ ವಸ್ತುವಿನ ಮೇಲೆ ವರ್ತಿಸುವುದರಿಂದ ಈ ಬಲದ್ವಯವನ್ನು ನ್ಯೂಟನ್‌ಪ್ರತಿಪಾದಿಸಿದ ಕ್ರಿಯೆ ಮತ್ತು ಪ್ರತಿಕ್ರಿಯೆ ಬಲಗಳೆಂದು ಕರೆಯಲಾಗದು.

ಕೇಂದ್ರಾಪಗಾಮಿಬಲಕ್ಕೆ ನಿದರ್ಶನಗಳು

1. ಸೆಂಟ್ರಿಫ್ಯೂಜ್

ಬೇರೆ ಬೇರೆ ಸಾಂದ್ರತೆಯ ಸೂಕ್ಷ್ಮಕಣಗಳನ್ನು ಪ್ರತ್ಯೇಕಿಸಲು ಬಳಸುವ ಸಾಧನ. ಪ್ರಣಾಳಿಕೆಗಳಲ್ಲಿ ದ್ರವವನ್ನು ತುಂಬಿ, ಚಿತ್ರ 2.3.5 ದಲ್ಲಿ ತೋರಿಸಿರುವ ಸಾಧನದಲ್ಲಿ ತಿರುಗಿಸಿದರೆ ದ್ರಾವ್ಯವನ್ನು ದ್ರಾವಕವನ್ನು ಪ್ರತ್ಯೇಕಿಸಬಹುದು. ಮಜ್ಜಿಗೆಯೊಳಗಣ ಬೆಣ್ಣೆ ತೆಗೆಯಲು ಬಳಸುವ ವಿಧಾನವು ಇದೇ.



ಚಿತ್ರ 2.3.5

2. ಸಂಟ್ರಿಫ್ಯೂಗಲ್ ಒಣಗಿಸುವ ಯಂತ್ರ – ಆಧುನಿಕ ಬಟ್ಟೆ ಒಗೆಯುವ ಯಂತ್ರಗಳಲ್ಲಿ ಬಟ್ಟೆಗಳನ್ನು ಒಣಗಿಸಲು ಕೇಂದ್ರಾಪಗಾಮಿಬಲದ ಸಾಧನಗಳನ್ನು ಬಳಸಲಾಗುತ್ತದೆ.

3. ಸೆಂಟ್ರಿಫ್ಯೂಗಲ್ ವೇಗನಿಯಂತ್ರಕ – ಯಂತ್ರಗಳಲ್ಲಿ ಬಳಸುವ ಇಂಜಿನ್‌ಗಳ ವೇಗನಿಯಂತ್ರಣಕ್ಕೆ ಬಳಸುವ ಕೇಂದ್ರಾಪಗಾಮಿ ಸಾಧನ.

4. ಸೆಂಟ್ರಿಫ್ಯೂಗಲ್ ಪಂಪ್ ನಿಷ್ಕಾಸ (Exhaust) ಪಂಖಗಳಲ್ಲಿ, ದ್ರವಗಳನ್ನು ಹೊರಚೆಲ್ಲುವುದೇ ಮುಂತಾದ ಸಂದರ್ಭಗಳಲ್ಲಿ ಬಳಸುವ ಯಂತ್ರ.

ಉದಾಹರಣೆಗಳು

1. ಒಂದು ಕ್ರಿಕೆಟ್ ಚೆಂಡನ್ನು 100m ದೂರಕ್ಕೆ ಎಸೆಯಲು ಬೇಕಾಗುವ ಕನಿಷ್ಠ ಪ್ರಕ್ಷೇಪಕವೇಗ ಎಷ್ಟಿರಬೇಕು? ($g = 9.8\ ms^{-2}$)

ಪ್ರಕ್ಷೇಪಕದ ವ್ಯಾಪ್ತಿ $R = \frac{u^2 \sin 2\theta}{g}$

ಕನಿಷ್ಠ ವೇಗವಿದ್ದಾಗ θ ಅಧಿಕ ಬೆಲೆ 45^0

$\therefore u^2$ ಕನಿಷ್ಠ $= Rg$

ಅಥವಾ u ಕನಿಷ್ಠ $= \sqrt{Rg} = \sqrt{100 \times 9.8} = 31.3\ ms^{-1}$

ಕನಿಷ್ಠ ಪ್ರಕ್ಷೇಪಕ ವೇಗ $= 31.3\ ms^{-1}$

2. ದಿಗಂತಕ್ಕೆ 30^0 ಕೋನದಲ್ಲಿ $60\ ms^{-1}$ ವೇಗದಲ್ಲಿ ಬಾಣವನ್ನು ಬಿಟ್ಟಿದೆ. ಅದು ತಲುಪುವ ಗರಿಷ್ಠ ಎತ್ತರ ಮತ್ತು ವ್ಯಾಪ್ತಿಯನ್ನು ಕಂಡುಹಿಡಿಯಿರಿ.

ಗರಿಷ್ಠ ಎತ್ತರ $h = \frac{u^2 \sin^2\theta}{2g} = \frac{60^2 \sin^2 30^0}{2 \times 9.8} = 45.9m$

ಗರಿಷ್ಠ ವ್ಯಾಪ್ತಿ $R = \frac{u^2 \sin 2\theta}{g} = \frac{60^2 \sin 60°}{9.8} = 318.13m$

3. ಸೆಕೆಂಡಿಗೆ 40m ವೇಗದಲ್ಲಿ ಎಸೆದ ಚೆಂಡೊಂದು 25m ಎತ್ತರವಿರುವ ಕೋಣೆಯ ಛಾವಣಿಯನ್ನು ತಾಗಿಕೊಂಡು ಚಲಿಸಿದರೆ ಅದು ತಲುಪುವ ಗರಿಷ್ಠ ದೂರವೆಷ್ಟು?

ಗರಿಷ್ಠ ಎತ್ತರ $H = 25m, u = 40\ ms^{-1}$

ಪ್ರಕ್ಷೇಪಕಕೋನ $\theta = ?\ R = ?$

$H = \frac{u^2 \sin^2\theta}{2g}\ \therefore\ \sin^2\theta = 2gH / u^2 = \frac{2 \times 9.8 \times 25}{40^2}$

$\sin\theta = 0.5534$

$\theta = \sin^{-1}\ (0.5534) = 33.6^0$

ವ್ಯಾಪ್ತಿ $R = \frac{u^2 \sin 2\theta}{g} = \frac{40^2 \sin 67.2^0}{9.8} = 150.5m$

ಚೆಂಡು ತಲುಪುವ ಗರಿಷ್ಠ ದೂರ = 150.5m

4. ಕ್ಷಿತಿಜಕ್ಕೆ 30^0 ಕೋನದಲ್ಲಿ ಸೆಕೆಂಡಿಗೆ 29.4m ವೇಗದಲ್ಲಿ ಎಸೆದ ಚೆಂಡು 9.8m ಎತ್ತರ ತಲುಪಲು ಬೇಕಾಗುವ ಸಮಯವೆಷ್ಟು? ಈ ಎತ್ತರದಲ್ಲಿದ್ದಾಗ ಅದು ಎಸೆದ ಬಿಂದುವಿನಿಂದ ಕ್ಷಿತಿಜದ ದಿಕ್ಕಿನಲ್ಲಿ ಎಷ್ಟು ದೂರದಲ್ಲಿರುತ್ತದೆ? ($g = 9.8\ ms^{-2}$)

ದಿಗಂತಕ್ಕೆ ಲಂಬವಾದ ಸ್ಥಾನಾಂತರವು

$h = (u \sin\ ) t - \frac{1}{2} gt^2$

ಸಮೀಕರಣವನ್ನು ಅವಲಂಬಿಸಿದೆ

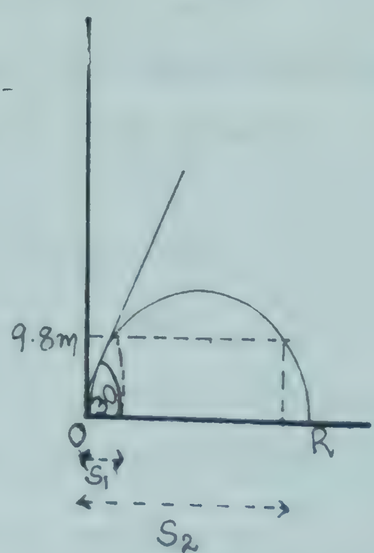
ಇಲ್ಲಿ $h = 9.8m$

$u = 29.4\ ms^{-1}$

$\alpha = 30^0$

$g = 9.8\ ms^{-2}$

$t = ?$



$9.8 = (29.4 \sin 30^0) t - \frac{1}{2} \times 9.8\, t^2$

$t^2 - 3t + 2 = 0$ ಅಥವಾ

$(t - 2)(t - 1) = 0$

ಆದ್ದರಿಂದ $t = 2sec$ ಮತ್ತು $t = 1sec$

ಚೆಂಡು 9.8m ಎತ್ತರವನ್ನು ಎರಡು ಬಾರಿ ತಲುಪುತ್ತದೆ ಎಂದಾಯಿತು.

ಮೊದಲಬಾರಿ 9.8m ಎತ್ತರದಲ್ಲಿದ್ದಾಗ ಅದು ಎಸೆದ ಬಿಂದುವಿನಿಂದ ಇರುವ ದೂರ S_1 ಆಗಿರಲಿ.

$S_1 = 29.4 \times \cos 30 \times 1 = 25.46m$

ಅದೇ ರೀತಿ $S_2 = 29.4 \times \cos 30 \times 2 = 50.92m$

5. ಭೂಲಂಬ ಸಮಸ್ಥಲದಲ್ಲಿ 160m ತ್ರಿಜ್ಯದ ವರ್ತುಲ ಹಾರಾಟದಲ್ಲಿರುವ ವೈಮಾನಿಕನು ಪಥದ ಗರಿಷ್ಠ ಬಿಂದು ಸ್ಥಾನದಲ್ಲಿದ್ದಾಗ ಕೆಳಗೆ ಬೀಳದೇ ಇರಬೇಕಾದರೆ ಅವನ ಕನಿಷ್ಠವೇಗ ಎಷ್ಟಿರಬೇಕು ? $(g = 9.8\ ms^{-2})$

ವೈಮಾನಿಕನು ಪಥದ ಗರಿಷ್ಠ ಬಿಂದುವಿನಲ್ಲಿದ್ದಾಗ ಬೀಳದೇ ಇರಬೇಕಾದರೆ,

$$\frac{mv^2}{R} = mg$$

$$\therefore\ v = \sqrt{Rg} = \sqrt{160 \times 9.8} = 39.59\ ms^{-1}$$

ಕನಿಷ್ಠವೇಗ $= 39.59\ ms^{-1}$

6. ಗರಿಷ್ಠ 25N ಬಲವನ್ನು ತಡೆಯಬಲ್ಲ, 1.5m ಉದ್ದದ ತಂತಿಯ ತುದಿಗೆ 0.2kg ದ್ರವ್ಯರಾಶಿಯ ಗುಂಡೊಂದನ್ನು ಬಿಗಿದು ಭೂಸಮತಲದಲ್ಲಿ ತಿರುಗಿಸಿದಾಗ ತಂತಿಯು ತುಂಡಾಗದಂತೆ ಅದು ನಿಮಿಷಕ್ಕೆ ಎಷ್ಟು ಸುತ್ತು ಸುತ್ತಲು ಸಾಧ್ಯ?

ತಂತಿಯು ತುಂಡಾಗದಿರಬೇಕಾದರೆ ಗರಿಷ್ಠ ಕರ್ಷಣ ಬಲವು (Tension) ಕೇಂದ್ರಾಭಿಮುಖಬಲಕ್ಕೆ ಸಮನಾಗಿರಬೇಕು.

$$\therefore\ T = m\omega^2 r \qquad (W = 2\pi n)$$

$$25 = 0.2 \times 4\pi^2 n^2 \times 1.5$$

ಅಥವಾ $$n = \left\{\frac{(25)}{0.2 \times 4\pi^2 \times 1.5}\right\}^{1/2} = 1.45$$

ಒಂದು ನಿಮಿಷದಲ್ಲಿ ಅದು $1.45 \times 60 = 87.2$ ಸುತ್ತು ಸುತ್ತಲು ಸಾಧ್ಯ.

ಅಭ್ಯಾಸ

ಒಂದು ಅಂಕದ ಪ್ರಶ್ನೆಗಳು

1. ನಾಲ್ಕು ಚೆಂಡುಗಳನ್ನು ಒಂದೇ ಜವದಿಂದ ಕ್ಷಿತಿಜಕ್ಕೆ ಅನುಕ್ರಮವಾಗಿ 30^0, 45^0, 60^0, 75^0 ಕೋನಗಳಲ್ಲಿ ಎಸೆದಿದೆ. ಇವುಗಳಲ್ಲಿ ಅತಿ ಹೆಚ್ಚು ದೂರ ಹೋಗುವ ಚೆಂಡಿನ ಕ್ಷಿತಿಜಕೋನವೆಷ್ಟು?

2. ಒಂದೇ ಕಾಲದಲ್ಲಿ ಎರಡು ರೀತಿಯ ಚಲನೆಗಳನ್ನು ಹೊಂದಿರುವ ವಸ್ತುವಿಗೆ ಉದಾಹರಣೆ ಕೊಡಿ.

3. ಪ್ರಕ್ಷೇಪಕದ ವ್ಯಾಪ್ತಿಯನ್ನು ತಿಳಿಸುವ ಸಮೀಕರಣವನ್ನು ಬರೆಯಿರಿ.

4. ಪ್ರಕ್ಷೇಪಕದ ಗರಿಷ್ಠ ಎತ್ತರವನ್ನು ಅಳೆಯಲು ಯಾವ ಸಮೀಕರಣವನ್ನು ಬಳಸಬೇಕು?

5. ಕಾರೊಂದು ತಿರುವಿನಲ್ಲಿ ಚಲಿಸುವಾಗ ಬೇಕಾಗುವ ಕೇಂದ್ರಾಭಿಮುಖಬಲವು ಯಾವುದರಿಂದ ದೊರೆಯುತ್ತದೆ?

6. ವೃತ್ತಾಕಾರ ಪಥದಲ್ಲಿ ಚಲಿಸುತ್ತಿರುವ ಗುಂಡಿಗೆ ಕಟ್ಟಿರುವ ತಂತಿ ಕತ್ತರಿಸಿಹೋದಾಗ ಗುಂಡಿನ ಪಥವೇನಾಗುತ್ತದೆ?

7. ಕೇಂದ್ರಾಭಿಮುಖ ಬಲ ಮತ್ತು ಕೇಂದ್ರಾಪಗಾಮಿ ಬಲದ್ವಯವನ್ನು ಚಲನೆಯ ಮೂರನೆಯ ನಿಯಮಕ್ಕೆ ಉದಾಹರಣೆಯಾಗಿ ಕೊಡಬಹುದೆ? ವಿವರಿಸಿ.

ನಾಲ್ಕು ಅಂಕಗಳ ಪ್ರಶ್ನೆಗಳು

1. ಪ್ರಕ್ಷೇಪಕವೆಂದರೇನು ? ಚಿತ್ರಸಹಿತ ವಿವರಿಸಿ.

2. ಪ್ರಕ್ಷೇಪಕದ ಪಥಕ್ಕೆ ಸಮೀಕರಣವನ್ನು ನಿಷ್ಪತ್ತಿಸಿ.

3. ಪ್ರಕ್ಷೇಪಕದ ಗರಿಷ್ಠ ಎತ್ತರ, ವ್ಯಾಪ್ತಿ ಮತ್ತು ಹಾರಾಟದ ಕಾಲಗಳಿಗೆ ಗಣಿತೋಕ್ತಿಗಳನ್ನು ನಿಷ್ಪತ್ತಿಸಿ.

4. ಪ್ರಕ್ಷೇಪಕದ ವ್ಯಾಪ್ತಿಗೆ ಗಣಿತೋಕ್ತಿಯನ್ನು ತಿಳಿಸಿ. ಈ ವ್ಯಾಪ್ತಿಯು ಯಾವಾಗ ಗರಿಷ್ಠವಾಗುತ್ತೆಂಬುದನ್ನು ವಿವರಿಸಿ.

5. ಬೇಟೆಗಾರನೊಬ್ಬನು ಮರದ ಮೇಲಿರುವ ಒಂದು ಕೋತಿಗೆ ಗುರಿಯಿಟ್ಟು ಗುಂಡುಹಾರಿಸುತ್ತಾನೆ. ಗುಂಡು ಬಂದೂಕನ್ನು ಬಿಟ್ಟಕ್ಷಣದಲ್ಲಿ ಕೋತಿಯು ಮರದಿಂದ ಜಾರಿ ನೇರವಾಗಿ ಕೆಳಗುರುಳುತ್ತದೆ. ಗುಂಡು ಕೋತಿಯನ್ನು ತಾಗುತ್ತದೆಯೆ? ಕಾರಣಸಹಿತ ವಿವರಿಸಿ.

6. ಏಕರೂಪ ವೃತ್ತೀಯ ಚಲನೆಯೆಂದರೇನು? ಈ ರೀತಿಯ ಚಲನೆಯಲ್ಲಿದ್ದಾಗ ವಸ್ತುವಿನ ವೇಗವು ಏಕರೂಪವಾಗಿರುತ್ತದೆಯೆ? ವಿವರಿಸಿ.

7. ಕೇಂದ್ರಾಭಿಮುಖ ಬಲವೆಂದರೇನು? ಈ ಬಲಕ್ಕೆ ಗಣಿತೋಕ್ತಿಯನ್ನು ನಿಷ್ಪತ್ತಿಸಿ.

8. ಕೇಂದ್ರಾಭಿಮುಖ ಬಲ ಮತ್ತು ಕೇಂದ್ರಾಪಗಾಮಿ ಬಲಗಳನ್ನು ಉದಾಹರಣೆಗಳೊಂದಿಗೆ ವಿವರಿಸಿ.

9. ರಸ್ತೆ ನಿರ್ಮಿಸುವಾಗ ತಿರುವಿನಲ್ಲಿ ಅದರ ಒಂದು ಬದಿಯನ್ನು ಸ್ವಲ್ಪ ಎತ್ತರಿಸಿರುತ್ತಾರೆ. ವಾಹನಗಳು ನಿರ್ದಿಷ್ಟ ವೇಗಮಿತಿಯನ್ನು ಉಲ್ಲಂಘಿಸಬಾರದೆಂದು ಎಚ್ಚರಿಸಿರುತ್ತಾರೆ. ಸಮತಲಕ್ಕೆ ಯಾವಕೋನದಲ್ಲಿ ರಸ್ತೆಯಬದಿಯನ್ನು ಎತ್ತರಿಸಿರುತ್ತಾರೆಂಬುವಕ್ಕೆ ಗಣಿತೋಕ್ತಿಯನ್ನು ನಿಷ್ಪತ್ತಿಸಿ.

ಲೆಕ್ಕಗಳು, ಐದು ಅಂಕಗಳು

1. ದಿಗಂತದೊಡನೆ 45^0 ಕೋನದಲ್ಲಿ $19.6ms^{-1}$ ವೇಗದಲ್ಲಿ ಎಸೆದ ವಸ್ತುವು ತಲುಪುವ ಗರಿಷ್ಠ ಎತ್ತರ ಅದನ್ನು ತಲುಪಲು ತೆಗೆದುಕೊಳ್ಳುವ ಕಾಲ, ಅದರ ಗರಿಷ್ಠವ್ಯಾಪ್ತಿ ಮತ್ತು ಹಾರುವಿಕೆಯ ಒಟ್ಟು ಕಾಲಗಳನ್ನು ಕಂಡುಹಿಡಿಯಿರಿ.
$(9.8m,\ \sqrt{2}s,\ 39.2m,\ 2\sqrt{2}s)$

2. ಒಂದು ಪ್ರಕ್ಷೇಪಕದ ಗರಿಷ್ಠ ಎತ್ತರವು ಅದರ ವ್ಯಾಪ್ತಿಗೆ ಸಮನಾದರೆ, ಪ್ರಕ್ಷೇಪಕದ ಕೋನವೆಷ್ಟು? $[\tan^{-1}(4)]$

3. ಕೋವಿಯಿಂದ ಸಿಡಿದ ಗುಂಡಿನ ವ್ಯಾಪ್ತಿಯು 100m ಮತ್ತು ಹಾರುವಿಕೆಯ ಕಾಲ 10 ಸೆಕೆಂಡುಗಳು. ಆದಲ್ಲಿ ಗುಂಡಿನ ವೇಗ ಮತ್ತು ಕೋನವೆಷ್ಟು?
$(10ms^{-1},\ 78^0\ 28')$

4. ನೀರು ತುಂಬಿದ ಒಂದು ಬಕೆಟ್‌ಅನ್ನು 1m ತ್ರಿಜ್ಯದ ದಿಗಂತಕ್ಕೆ ಲಂಬವಾದ ವೃತ್ತಾಕಾರಪಥದಲ್ಲಿ ತಿರುಗಿಸಲಾಗುತ್ತಿದೆ. ಅದು ಗರಿಷ್ಠ ಎತ್ತರದಲ್ಲಿದ್ದಾಗ ನೀರು ಚೆಲ್ಲದಿರಬೇಕಾದರೆ ಕನಿಷ್ಠ ಯಾವ ವೇಗದಲ್ಲಿ ಅದನ್ನು ತಿರುಗಿಸಬೇಕು? $(3.13ms^{-1})$

5. 1000kg ದ್ರವ್ಯರಾಶಿಯ ಒಂದು ಕಾರು 200m ತ್ರಿಜ್ಯದ ತಿರುವನ್ನು 10.8km/hr ವೇಗದಲ್ಲಿ ಕ್ರಮಿಸುವಾಗ ಅದರ ಮೇಲಿನ ಕೇಂದ್ರಾಭಿಮುಖಿ ಬಲವನ್ನು ಕಂಡುಹಿಡಿಯಿರಿ. (4500N)

6. ಗಂಟೆಗೆ 54km ವೇಗದಲ್ಲಿ 300m ತ್ರಿಜ್ಯದ ತಿರುವಿನಲ್ಲಿ ಕಾರೊಂದು ಸುರಕ್ಷಿತವಾಗಿ ಕ್ರಮಿಸಬೇಕಾದರೆ ರಸ್ತೆಯ ಬದಿಯನ್ನು ಯಾವಕೋನದಲ್ಲಿ ಎತ್ತರಿಸಿರಬೇಕು?
(4.3^0)

7. 1.5m ಅಂತರವಿರುವ ರೈಲ್ವೆ ಹಳಿಗಳ ಮೇಲೆ ಗಂಟೆಗೆ 54km ವೇಗದಲ್ಲಿ ರೈಲುಗಾಡಿಯು ಓಡುತ್ತಿದೆ. 300m ತ್ರಿಜ್ಯದ ತಿರುವಿನಲ್ಲಿ ಅದೇ ವೇಗದಲ್ಲಿ ಅದು ಚಲಿಸಬೇಕಾದರೆ ಹೊರಹಳಿಯನ್ನು ಒಳಗಿನ ಹಳಿಗೆ ಸಂಬಂಧಿಸಿದಹಾಗೆ ಎಷ್ಟು ಎತ್ತರಿಸಬೇಕು? (0.1125m)

8. 500gm ದ್ರವ್ಯರಾಶಿಯ ಒಂದು ಕಲ್ಲನ್ನು 50cm ತ್ರಿಜ್ಯದ ವೃತ್ತಾಕಾರ ಪಥದಲ್ಲಿ ನಿಮಿಷಕ್ಕೆ 60 ಬಾರಿಯಂತೆ ತಿರುಗಿಸಿದಾಗಿನ ಕೇಂದ್ರಾಭಿಮುಖ ಬಲವೆಷ್ಟು?
(9.87N)

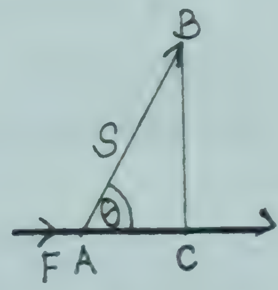
2.4 ಕೆಲಸ, ಶಕ್ತಿ ಮತ್ತು ಸಾಮರ್ಥ್ಯ

ದೈನಂದಿನ ಜೀವನದಲ್ಲಿ 'ಕೆಲಸ'ಕ್ಕೆ ಇರುವ ಅರ್ಥಕ್ಕೂ ಭೌತಶಾಸ್ತ್ರದ ಪ್ರಕಾರ ಆ ಶಬ್ದಕ್ಕಿರುವ ಅರ್ಥಕ್ಕೂ ವ್ಯತ್ಯಾಸವಿದೆ. ವಿಜ್ಞಾನದ ದೃಷ್ಟಿಯಲ್ಲಿ ಕೆಲಸವಾಗಬೇಕಾದರೆ ಒಂದು ಬಲದ ಆರೋಪಬಿಂದುವು ಬಲದ ದಿಕ್ಕಿನಲ್ಲಿ ಚಲಿಸಬೇಕು. ಚಲನೆಯ ದಿಕ್ಕು ಬಲದ ಪ್ರಯೋಗರೇಖೆಯಿಂದ ಬೇರೆಯಾಗಿದ್ದರೆ ಆ ದಿಕ್ಕಿನಲ್ಲಿ ಬಲದ ಆಯತಾಂಗವು ಮಾತ್ರ ಕೆಲಸಮಾಡುವುದರಲ್ಲಿ ಫಲಕಾರಿಯಾಗುತ್ತದೆ.

ಕೆಲಸದ ಅಳತೆ

ಒಂದು ಬಲವು ಮಾಡಿದ ಕೆಲಸವನ್ನು ಆ ಬಲದ ಪ್ರಮಾಣ ಮತ್ತು ಬಲದ ದಿಕ್ಕಿನಲ್ಲಿ ಅದರ ಆರೋಪಬಿಂದುವಿನ ಸ್ಥಳಾಂತರದ ಆಯತಾಂಗಗಳ ಗುಣಲಬ್ಧದಿಂದ ಅಳೆಯಲಾಗುತ್ತದೆ. ಚಿತ್ರ (2.4.1) ದಲ್ಲಿ

F ಪ್ರಮಾಣದ ಬಲವು ಒಂದು ವಸ್ತುವಿನ ಮೇಲೆ ಪ್ರಯೋಗವಾಗಿ, ಅದರ ಆರೋಪಬಿಂದುವು A ಬಿಂದುವಿನಿಂದ B ಬಿಂದುವಿಗೆ ಸ್ಥಳಾಂತರಗೊಂಡಿದೆ. AB=S F ದಿಕ್ಕಿನಲ್ಲಿ S ನ ಆಯತಾಂಗ $=AC= S\cos\theta$



$\therefore$ ಕೆಲಸ $W = FS\cos\theta$

ಬಲಪ್ರಯೋಗವಾದ ದಿಕ್ಕಿನಲ್ಲಿಯೇ ಸ್ಥಾನಾಂತರ ಉಂಟಾದರೆ $\theta = 0$ ಆಗ $W = FS$

ಕೆಲಸದ ಅಳತೆಯ ಮಾನಗಳು

SI ಪದ್ಧತಿಯಲ್ಲಿ ಕೆಲಸದ ಮಾನ **ಜೂಲ್** ಆಗಿರುತ್ತದೆ. ಒಂದು ನ್ಯೂಟನ್ ಬಲವನ್ನು ಕಣದಮೇಲೆ ಪ್ರಯೋಗಿಸಿದಾಗ ಅದು ಒಂದು ಮೀಟರ್ ದೂರ ಸ್ಥಾನಾಂತರಗೊಂಡರೆ, ನಿರ್ವಹಿಸಲಾದ ಕೆಲಸ ಒಂದು ಜೂಲ್ ಆಗುತ್ತದೆ. ಇದೇ ರೀತಿ CGS ಪದ್ಧತಿಯಲ್ಲಿ ಅರ್ಗ್ ಮತ್ತು FPS ಪದ್ಧತಿಯಲ್ಲಿ ಅಡಿ–ಪೌಂಡಲ್ ಮಾನಗಳು ಬಳಕೆಯಲ್ಲಿವೆ. ಇದೊಂದು ಅದಿಶ.

ಶಕ್ತಿ

ಕೆಲಸವನ್ನು ನಿರ್ವಹಿಸಲು ಇರುವ ಚೈತನ್ಯಕ್ಕೆ ಶಕ್ತಿ ಎಂದು ಹೆಸರು. ಶಕ್ತಿಯನ್ನು ಕೆಲಸದ ಮಾನದಲ್ಲಿಯೇ ಅಳೆಯಲಾಗುವುದು. ಶಕ್ತಿಯಲ್ಲಿ ಹಲವಾರು ರೂಪಗಳಿವೆ. ಉದಾಹರಣೆಗೆ ವಿದ್ಯುಚ್ಛಕ್ತಿ, ಕಾಂತಶಕ್ತಿ, ಉಷ್ಣಶಕ್ತಿ, ರಾಸಾಯನಿಕಶಕ್ತಿ, ಪರಮಾಣು ಶಕ್ತಿ ಹಾಗೂ ಯಾಂತ್ರಿಕಶಕ್ತಿ.

ಯಾಂತ್ರಿಕಶಕ್ತಿಯಲ್ಲಿ ಎರಡು ವಿಧ –ಪ್ರಚ್ಛನ್ನ ಶಕ್ತಿ ಮತ್ತು ಚಲನಶಕ್ತಿ

ಸಾಮರ್ಥ್ಯ

ಕೆಲಸಮಾಡುವ ದರವನ್ನು ಸಾಮರ್ಥ್ಯ ಎಂದು ಕರೆಯಲಾಗುತ್ತದೆ.

ಇದರ ಅಳತೆಗೆ SI ಮಾನದಲ್ಲಿ **ವಾಟ್** ಮತ್ತು FPS ನಲ್ಲಿ **ಅಶ್ವ ಸಾಮರ್ಥ್ಯ** ಎಂಬ ಮಾನಗಳನ್ನು ಬಳಸಲಾಗುತ್ತದೆ.

ಸಾಮರ್ಥ್ಯವನ್ನು P ಎಂಬ ಸಂಕೇತಾಕ್ಷರದಿಂದಲೂ, ಕೆಲಸವನ್ನು W ಮತ್ತು ಕಾಲವನ್ನು t ಇಂದ ಸೂಚಿಸಿದರೆ,

$P = W/t$

ನಿಯತ ಬಲಪ್ರಯೋಗವಾದಾಗ ಕೆಲಸ = ಬಲ x ದೂರ

$\therefore P = \frac{F \times S}{t} = F \times V$ (V = ವೇಗ)

1 ವಾಟ್ = 1 ಜೂಲ್ / ಸೆಕೆಂಡ್ ; 1 ಅಶ್ವಸಾಮರ್ಥ್ಯ = 746 ವಾಟ್‌ಗಳು ವಿದ್ಯುಚ್ಛಕ್ತಿಯ ಬಳಕೆಯಲ್ಲಿ, ಸೆಕೆಂಡಿಗೆ 1000 ಜೂಲ್‌ನಂತೆ 1 ಗಂಟೆಕಾಲ ಖರ್ಚು ಮಾಡಿದ ಶಕ್ತಿಯ ಮಾನವನ್ನು ಕಿಲೋವಾಟ್‌ಗಂಟೆ (kwh) ಎಂದು ಕರೆಯಲಾಗುತ್ತದೆ.

ಪ್ರಚ್ಛನ್ನ ಶಕ್ತಿ

ತಾನಿರುವ ಸ್ಥಾನದ ಪ್ರಭಾವದಿಂದಾಗಲಿ ಅಥವಾ ರೂಪವ್ಯತ್ಯಾಸದಿಂದಾಗಲಿ ಒಂದು ವಸ್ತುವು ಹೊಂದಿರುವ ಶಕ್ತಿಗೆ ಪ್ರಚ್ಛನ್ನ-ಶಕ್ತಿ ಎಂದು ಹೆಸರು. ಒಂದು ಸ್ಪ್ರಿಂಗ್ ಅನ್ನು ಸಂಕುಚಿಸುವಾಗ ಮಾಡಿದ ಕೆಲಸವು ಅದರಲ್ಲಿ ಅವ್ಯಕ್ತವಾದ ಶಕ್ತಿರೂಪದಲ್ಲಿ ಸಂಗ್ರಹವಾಗುತ್ತದೆ. ಬಲವಿಮೋಚನೆಯಾದೊಡನೆಯೆ ಸ್ಪ್ರಿಂಗಿನ ಸುರುಳಿ ಬಿಚ್ಚಿಕೊಳ್ಳುತ್ತಾ ತನ್ನಲ್ಲಿದ್ದ ಪ್ರಚ್ಛನ್ನ ಶಕ್ತಿಯನ್ನು ಬಿಡುಗಡೆಮಾಡುತ್ತದೆ. ಒಂದು ವಸ್ತುವನ್ನು ಮೇಲಕ್ಕೆ ಎತ್ತುವಾಗ ಭೂಮಿಯ ಗುರುತ್ವಾಕರ್ಷಣೆಗೆ ಎದುರಾಗಿ ಮಾಡಿದ ಕೆಲಸವು ವಸ್ತುವಿನಲ್ಲಿ ಶಕ್ತಿರೂಪದಲ್ಲಿರುತ್ತದೆ. ವಸ್ತುವು ಆಧಾರತಪ್ಪಿ ಕೆಳಕ್ಕೆ ಬಿದ್ದರೆ ಅದರಲ್ಲಿ ಸಂಗ್ರಹವಾಗಿದ್ದ ಪ್ರಚ್ಛನ್ನ ಶಕ್ತಿಯು ಕೆಲಸಮಾಡುವ ಯೋಗ್ಯತೆಯನ್ನು ಪಡೆಯುತ್ತದೆ.

ಒಂದು ವಸ್ತುವಿನ ದ್ರವ್ಯರಾಶಿಯು m ಆಗಿದ್ದು ಅದನ್ನು ಭೂಮಿಯಿಂದ h ಎತ್ತರಕ್ಕೆ ತೆಗೆದುಕೊಂಡುಹೋಗಲು ನಿರ್ವಹಿಸಬೇಕಾದ ಕೆಲಸ;

$W = F \times h$ ಆದರೆ $f = mg$

$\therefore W = mgh$

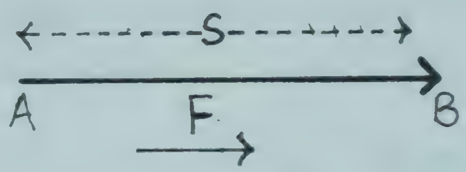
ನೆಲದ ಮೇಲಿದ್ದಾಗ ವಸ್ತುವಿನ ಪ್ರಚ್ಛನ್ನಶಕ್ತಿಯು ಶೂನ್ಯವೆಂದು ಭಾವಿಸಿದರೆ ನೆಲದಿಂದ h ಎತ್ತರದಲ್ಲಿದ್ದಾಗ ಅದರ ಪ್ರಚ್ಛನ್ನಶಕ್ತಿ $E_P = mgh$

ಚಲನಶಕ್ತಿ

ಚಲನೆಯಿಂದ ಒಂದು ವಸ್ತುವು ಪಡೆಯುವ ಶಕ್ತಿಗೆ ಚಲನಶಕ್ತಿಯೆಂದು ಹೆಸರು.

ಚಲಿಸುತ್ತಿರುವ ವಸ್ತುವಿನ ಚಲನಶಕ್ತಿಯು ಆ ವಸ್ತುವನ್ನು ನಿಶ್ಚಲಸ್ಥಿತಿಯಿಂದ ನಿರ್ದಿಷ್ಟ ವೇಗದಲ್ಲಿ ಚಲಿಸುವಂತೆ ಮಾಡಲು ಮಾಡಬೇಕಾದ ಕೆಲಸಕ್ಕೆ ಸಮವಾಗಿರುತ್ತದೆ. ನಿಶ್ಚಲವಾಗಿರುವ ವಸ್ತುವಿನಲ್ಲಿ ಚಲನೆಯನ್ನುಂಟುಮಾಡಲು ವ್ಯಯವಾದ ಕೆಲಸವು ಅದು ಚಲಿಸುತ್ತಿರುವಾಗ ಹೊಂದಿರುವ ಚಲನಶಕ್ತಿಯನ್ನು ಅಳೆಯುತ್ತದೆ.

m ದ್ರವ್ಯರಾಶಿಯ ವಸ್ತುವೊಂದು A ಬಿಂದುವಿನಲ್ಲಿ (ಚಿತ್ರ 2.4.2) ನಿಶ್ಚಲವಾಗಿದೆಯೆಂದು ಊಹಿಸೋಣ. ಈ ವಸ್ತುವಿನ ಮೇಲೆ F ಬಲವು ಆರೋಪಿತವಾಗಿ ಅದು S ದೂರ ಚಲಿಸುವಲ್ಲಿ ಅದರ ವೇಗವು V ಆಗಲಿ. A ಬಿಂದುವಿನಿಂದ B ಬಿಂದುವಿಗೆ ಚಲಿಸುವಲ್ಲಿ ಬಲದಿಂದ ಆದ ಕೆಲಸವು ವಸ್ತು B ಬಿಂದುವಿನಲ್ಲಿರುವಾಗ ಹೊಂದಿರುವ ಶಕ್ತಿಗೆ ಸಮ.



ಚಿತ್ರ 2.4.2

ಕೆಲಸ $= FS = mas$ ($\because F=ma$)

A ಬಿಂದುವಿನಲ್ಲಿ ಆರಂಭವೇಗ $u=0$, B ಬಿಂದುವಿನಲ್ಲಿ ವೇಗ $=v$ ವೇಗೋತ್ಕರ್ಷ a ಮತ್ತು ಚಲಿಸಿದ ದೂರ s. ಆದ್ದರಿಂದ $v^2 - u^2 = 2as$ ಅಥವಾ $as = v^2 / 2$

$\therefore$ ಚಲನಶಕ್ತಿ $= mas = \frac{1}{2} mv^2$

ಶಕ್ತಿ ನಿತ್ಯತ್ವ

ಪ್ರಕೃತಿಯಲ್ಲಿ ಶಕ್ತಿಯ ವಿವಿಧರೂಪಗಳನ್ನು ಕಾಣಬಹುದು. ಶಕ್ತಿಯನ್ನು ಒಂದು ರೂಪದಿಂದ ಇನ್ನೊಂದು ರೂಪಕ್ಕೆ ಬದಲಾಯಿಸಲು ಸಾಧ್ಯವಿದೆ. ಉದಾಹರಣೆಗೆ ವಿದ್ಯುತ್ ಇಸ್ತ್ರಿಪೆಟ್ಟಿಗೆ, ವಿದ್ಯುಚ್ಛಕ್ತಿಯನ್ನು ಉಷ್ಣಶಕ್ತಿಯಾಗಿ ರೂಪಾಂತರಿಸುತ್ತದೆ. ಇದೇ ರೀತಿ ಶಕ್ತಿಯನ್ನು ಒಂದು ರೂಪದಿಂದ ಮತ್ತೊಂದು ರೂಪಕ್ಕೆ ಬದಲಾಯಿಸಿದಾಗ ಪರಿವರ್ತನದ ಮೊದಲು ಮತ್ತು ನಂತರ ಒಟ್ಟು ಶಕ್ತಿಯು ಒಂದೇ ಪ್ರಮಾಣದಲ್ಲಿರುತ್ತದೆ. ಇದನ್ನು ಶಕ್ತಿ ನಿತ್ಯತ್ವ ನಿಯಮವೆಂದು ಕರೆಯಲಾಗುತ್ತದೆ.

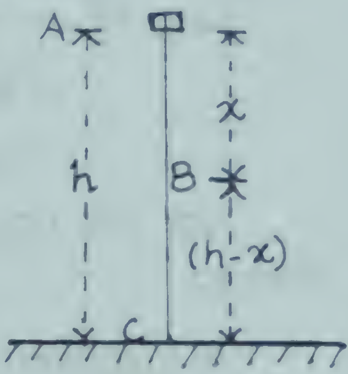
ಶಕ್ತಿಯನ್ನು ಸೃಷ್ಟಿಸಲು ಅಥವಾ ನಾಶಪಡಿಸಲು ಸಾಧ್ಯವಿಲ್ಲ. ಒಂದು ವ್ಯವಸ್ಥೆಯ ಒಟ್ಟು ಶಕ್ತಿಯು ನಿಯತವಾಗಿರುತ್ತದೆ.

ಶಕ್ತಿ ನಿತ್ಯತ್ವಕ್ಕೆ ನಿದರ್ಶನಗಳು

1. ವಸ್ತುವಿನ ಮುಕ್ತಪತನ

ಭೂಮಿಯ ಆಕರ್ಷಣೆಗೊಳಪಟ್ಟು ಮುಕ್ತ ಪತನಗೊಳ್ಳುತ್ತಿರುವ ವಸ್ತುವಿನ ಒಟ್ಟು ಯಾಂತ್ರಿಕಶಕ್ತಿಯು ನಿಯತವಾಗಿರುವುದು ಶಕ್ತಿ ನಿತ್ಯತ್ವಕ್ಕೆ ಉತ್ತಮ ಉದಾಹರಣೆ.

m ದ್ರವ್ಯರಾಶಿಯ ಒಂದು ವಸ್ತು ಭೂಮಿಯಿಂದ h ಎತ್ತರದಲ್ಲಿದ್ದರೆ ಅದರ ಪ್ರಚ್ಛನ್ನಶಕ್ತಿಯು mgh ಆಗಿರುತ್ತದೆ ಮತ್ತು ಅದೇ ಬಿಂದುವಿನಲ್ಲಿ ಅದರ ಚಲನಶಕ್ತಿಯು ಶೂನ್ಯವಾಗಿರುತ್ತದೆ.



ಚಿತ್ರ 2.4.3

ಚಿತ್ರ (2.4.3) ರಲ್ಲಿ ವಸ್ತು A ಬಿಂದುವಿನಲ್ಲಿದ್ದಾಗ ಅದರ, ಒಟ್ಟು ಶಕ್ತಿ = ಚಲನಶಕ್ತಿ + ಪ್ರಚ್ಛನ್ನಶಕ್ತಿ

$= O + mgh = mgh$

A ಬಿಂದುವಿನಿಂದ ನೇರವಾಗಿ ಕೆಳಕ್ಕೆ ಬಿದ್ದು t ಸೆಕೆಂಡುಗಳನಂತರ ಅದು x ದೂರವನ್ನು ಕ್ರಮಿಸಿ B ಬಿಂದುವನ್ನು ತಲುಪುತ್ತದೆ. ಅಲ್ಲಿ ಅದರ ವೇಗ v ಆಗಿರಲಿ.

$V = \sqrt{2gx}\ (\because v^2 = u^2 + 2gx)$

ಚಲನಶಕ್ತಿ $= \frac{1}{2} mv^2 = mgx$

ಪ್ರಚ್ಛನ್ನಶಕ್ತಿ $= mg(h - x)$

$\therefore$ B ಬಿಂದುವಿನಲ್ಲಿ ಒಟ್ಟುಶಕ್ತಿ $= mgx + mg(h - x) = mgh$

ವಸ್ತುವು C ಬಿಂದುವನ್ನು ತಲುಪಿದಾಗ ಅದರ ಪ್ರಚ್ಛನ್ನ ಶಕ್ತಿ ಶೂನ್ಯ

ಚಲನಶಕ್ತಿ $= \frac{1}{2} mv_1{}^2$ (v_1 ಅದರ ವೇಗ)

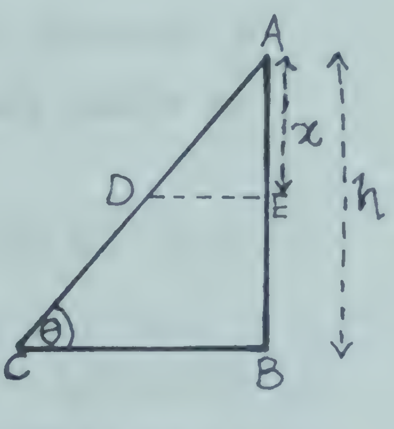
$= \frac{1}{2} m(2gh) = mgh$

ಆದ್ದರಿಂದ C ಬಿಂದುವಿನಲ್ಲಿ ಒಟ್ಟು ಶಕ್ತಿ $= mgh + 0 = mgh$

ಒಟ್ಟು ಶಕ್ತಿಯು ಎಲ್ಲಾ ಬಿಂದುಗಳಲ್ಲಿಯೂ ಒಂದೇ ಆಗಿದೆ. ಅದು ಆ ಬಿಂದುವಿನ ಸ್ಥಾನವನ್ನು ಅವಲಂಬಿಸಿರುವುದಿಲ್ಲ

b) ಓರೆ ತಲದಮೇಲಿಂದ ಉರುಳಿದಾಗ

m ದ್ರವ್ಯರಾಶಿಯ ಒಂದು ವಸ್ತುವು θ ಕೋನವಿರುವ ಓರೆ ತಲದ ಮೇಲಿಂದ ಉರುಳಿದಾಗ ಅದರ ಪ್ರಚ್ಛನ್ನ ಶಕ್ತಿಯು ಚಲನ ಶಕ್ತಿಯಾಗಿ ಪರಿವರ್ತನಗೊಳ್ಳುತ್ತದೆ.



ಚಿತ್ರ 2.4.4

ತಲದ A ಬಿಂದುವಿನಲ್ಲಿ ಚಲನಶಕ್ತಿಯು ಶೂನ್ಯವಾಗಿದ್ದು ಪ್ರಚ್ಛನ್ನ ಶಕ್ತಿಯು mgh ಆಗಿರುತ್ತದೆ.

A ನಲ್ಲಿದ್ದಾಗ ಒಟ್ಟುಶಕ್ತಿ $0 + mgh = mgh$.

ಅದು ತಲದಮೇಲೆ ಉರುಳಿ D ಬಿಂದುವನ್ನು ತಲುಪಿದಾಗ ಅದರ ವೇಗವು V_D ಆಗಿರಲಿ. ಇದು ಚಿತ್ರದಲ್ಲಿ E ಬಿಂದುವಿನಲ್ಲಿ ಇರಬಹುದಾದ ವೇಗಕ್ಕೆ ಸಮ. ಅಂದರೆ $v_D = 2gx$

ಒಟ್ಟು ಶಕ್ತಿ = ಪ್ರಚ್ಛನ್ನ ಶಕ್ತಿ + ಚಲನಶಕ್ತಿ

$= mg (h - x) + \frac{1}{2} m V_D^2$

$= mg (h - x) + \frac{1}{2} m\, 2gx = mgh$

ಇದೇ ರೀತಿ ಅದು C ಬಿಂದುವಿನಲ್ಲಿದ್ದಾಗಲೂ ಅದರ ಒಟ್ಟು ಶಕ್ತಿಯು mgh ಆಗಿರುತ್ತದೆ.

ಈ ಉದಾಹರಣೆಯಲ್ಲಿಯೂ ಒಟ್ಟು ಶಕ್ತಿಯು ಎಲ್ಲಾ ಬಿಂದುಗಳಲ್ಲಿ ಒಂದೇ ಆಗಿದೆ. ಹಾಗೂ ಅದು ಆ ಬಿಂದುವಿನ ಸ್ಥಾನವನ್ನು ಅವಲಂಬಿಸಿರುವುದಿಲ್ಲ.

c) ಸಾಮಾನ್ಯ ಲೋಲಕದ ಚಲನೆಯಲ್ಲಿಯೂ ಒಟ್ಟು ಶಕ್ತಿಯು ಒಂದೇ ಆಗಿರುವುದನ್ನು ಕಾಣಬಹುದು.

ಉದಾಹರಣೆ

1. ಒಂದು ನುಣುಪಾದ ಮೇಜಿನ ಮೇಲೆ ಸ್ಥಿರವಾಗಿರುವ 2 kg ದ್ರವ್ಯರಾಶಿಯ ವಸ್ತುವಿನ ಮೇಲೆ ಸಮತಲ ದಿಕ್ಕಿನಲ್ಲಿ 0.5N ಬಲವನ್ನು ಆರೋಪಿಸಲಾಗಿದೆ. 8 ಸೆಕೆಂಡುಗಳಲ್ಲಿ ಈ ಬಲದಿಂದಾಗುವ ಕೆಲಸವನ್ನು ಕಂಡುಹಿಡಿದು ಅದು ವಸ್ತುವಿನ ಚಲನಶಕ್ತಿಯಲ್ಲಾದ ಬದಲಾವಣೆಗೆ ಸಮವೆಂದು ಸಾಧಿಸಿ.

ಬಲವು ತನ್ನ ದಿಕ್ಕಿನಲ್ಲಿ ಉಂಟುಮಾಡಿದ ವೇಗೋತ್ಕರ್ಷ $a = 0.5N/ 2kg$

$= 0.25m /s^2$

8 ಸೆಕೆಂಡುಗಳಲ್ಲಿ ವಸ್ತುವು ಪಡೆದುಕೊಂಡ ವೇಗ $u = 0.25 \times 8 = 2m/s$

ಈ ಕಾಲದಲ್ಲಿ ಕ್ರಮಿಸಿದ ದೂರ $S = \frac{1}{2} \times 0.25 \times 64$ $(u = 0, s= \frac{1}{2} at^2)$

$= 8m$

ಬಲವು ನಿರ್ವಹಿಸಿದ ಕೆಲಸ $= F \times S$

$= 0.5 \times 8 = 4$ J

ಪ್ರಾರಂಭದಲ್ಲಿನ ಚಲನಶಕ್ತಿ = 0

ಅಂತಿಮ ಚಲನಶಕ್ತಿ $= \frac{1}{2} mv^2 = \frac{1}{2} \times 2 \times 4 = 4$ J

ಬಲವು ನಿರ್ವಹಿಸಿದ ಪೂರ್ತಿ ಕೆಲಸವಾದ 4 J ಸಂಪೂರ್ಣವಾಗಿ ಚಲನಶಕ್ತಿಯಾಗಿದೆ. ಒಂದು ವೇಳೆ ಮೇಜಿನ ಮೇಲ್ಭಾಗವು ಸಂಪೂರ್ಣವಾಗಿ ನುಣುಪಾಗಿಲ್ಲದಿದ್ದಲ್ಲಿ ಕೆಲಸದ ಸ್ವಲ್ಪ ಭಾಗವು ಘರ್ಷಣೆ (friction) ಯನ್ನು ಎದುರಿಸಲು ವ್ಯಯವಾಗುತ್ತಿತ್ತು.

2. ತೋಟದ ಮಾಲಿಯೊಬ್ಬನು ಒಂದು ಹುಲ್ಲು ಕತ್ತರಿಸುವ ಯಂತ್ರದ ಹಿಡಿಯ ಮೇಲೆ ಕ್ಷಿತಿಜಕ್ಕೆ 60^0 ಕೋನದಲ್ಲಿ 80N ಬಲವನ್ನು ಪ್ರಯೋಗಿಸುತ್ತಾನೆ. ಯಂತ್ರವನ್ನು 60m ದೂರತಳ್ಳಲು ಆತನು ಮಾಡಬೇಕಾದ ಕೆಲಸವೆಷ್ಟು?

$F = 80N, S= 60m\ \theta = 60^0$

$W = FS \cos\theta$

$= 80 \times 60 \times \cos 60^0 = 80 \times 60 \times \cos 60^0 = 2400\ J$

ಒಟ್ಟು ಕೆಲಸ = 2400 ಜೂಲ್

3. ನೆಲದಿಂದ 30m ಎತ್ತರದಲ್ಲಿರುವ 50 ಘನಮೀಟರ್ ಗಾತ್ರದ ನೀರಿನ ತೊಟ್ಟಿಯನ್ನು 40% ದಕ್ಷತೆ ಇರುವ ಒಂದು ಮೋಟಾರ್ ಸಹಾಯದಿಂದ 14 ನಿಮಿಷಗಳಲ್ಲಿ ತುಂಬಬಹುದಾದರೆ, ಮೋಟಾರಿನ ಸಾಮರ್ಥ್ಯವೆಷ್ಟು? ($g = 9.8 m/s^2$, $\rho = 1000\ kg/m^3$)

ಎತ್ತರ $h = 30m$ ಸಮಯ $t = 14 \times 60 = 840s$

ನೀರಿನ ಗಾತ್ರ 50 ಘನಮೀಟರ್, ನೀರಿನ ಸಾಂದ್ರತೆ = $1000 kg/m^3$

ದ್ರವ್ಯರಾಶಿ = $50 \times 1000 = 50000 kg$

$\therefore$ ಮೋಟಾರ್ ನಿರ್ವಹಿಸಿದ ಕೆಲಸ = mgh

$= 50000 \times 9.8 \times 30$

ಮೋಟಾರಿನ ದಕ್ಷತೆ 40% ಆದ್ದರಿಂದ,

ಅದು ನಿರ್ವಹಿಸಿದ ಕೆಲಸ = $\frac{50000 \times 9.8 \times 30 \times 40}{100}$

$= 5.88 \times 10^6 J$

ಸಾಮರ್ಥ್ಯ = $\frac{\text{ಕೆಲಸ}}{\text{ಸಮಯ}} = \frac{5.88 \times 10^6}{840} = 7 \times 10^3 W$

[1 HP = 746W $\therefore$ 7×10^3 W = 9.38 HP]

4. ಸೈಕಲ್ ಸವಾರನೊಬ್ಬನು 20 ರಲ್ಲಿ ಒಂದು ಅಂಶದಷ್ಟು ವಾಟ (Slope) ಇರುವ ಗುಡ್ಡವನ್ನು ಗಂಟೆಗೆ 6km ವೇಗದಲ್ಲಿ ಹತ್ತುತ್ತಿದ್ದಾನೆ. ಸೈಕಲ್ ಸಹಿತ ಸವಾರನ ಭಾರವು 98kg ಆದರೆ ಸೈಕಲ್ ಸವಾರನ ಸಾಮರ್ಥ್ಯವನ್ನು ಅಶ್ವಶಕ್ತಿ (HP) ಗಳಲ್ಲಿ ಕಂಡುಹಿಡಿಯಿರಿ.

ಪಾಟ 20 ರಲ್ಲಿ ಒಂದು ಅಂದರೆ, $\text{Sin } \theta = \frac{1}{20}$

ಗುಡ್ಡವನ್ನು ಹತ್ತುವಾಗ ಸವಾರನ ಭಾರದ ಆಯತಾಂಗ $= mg \sin \theta$

$= 98 \times 9.8 \times \frac{1}{20}$

$= 48.02$ N

ಸವಾರನ ವೇಗ $= \frac{6 \times 1000}{3600} = 1.666 m/s = 1.7$ m/s

ಸಾಮರ್ಥ್ಯ $= F \times V = 48.02 \times 1.7 = 80.03$ W

746 W = 1 HP $\therefore$ 80.03 W = 0.107HP

5. ಯಾವ ಎತ್ತರದಿಂದ 40kg ದ್ರವ್ಯರಾಶಿಯ ವಸ್ತುವನ್ನು ಕೆಳಕ್ಕೆ ಹಾಕಿದರೆ ಅದರ ಚಲನಶಕ್ತಿಯು ನಿಮಿಷಕ್ಕೆ 11m ವೇಗದಲ್ಲಿ ಚಲಿಸುತ್ತಿರುವ 196kg ತೂಕದ ಲಾರಿಯ ಚಲನಶಕ್ತಿಗೆ ಸಮಾನವಾಗಿರುತ್ತದೆ?

ಲಾರಿಯ ಚಲನಶಕ್ತಿ $= \frac{1}{2} mv^2$ ಇಲ್ಲಿ m= 196kg

$V = \frac{11}{60} = 0.183$ m/s $\therefore$ ಚಲನಶಕ್ತಿ $= \frac{1}{2} \times 196 \times (0.183)^2$

$= 3.281$J

h ಎತ್ತರದಲ್ಲಿರುವ ವಸ್ತುವಿನ ಪ್ರಚ್ಛನ್ನಶಕ್ತಿ $= mgh = 40 \times 9.8 \times h$

ಎರಡೂ ಶಕ್ತಿಗಳು ಸಮಾನವಾದಾಗ; $40 \times 9.8 \times h = 3.281$

$\therefore h = 8.36 \times 10^{-3}$ m

6. ಒಂದು ಸಾಮಾನ್ಯ ಲೋಲಕದ (Simple Pendulum) ಉದ್ದ 1 ಮೀಟರ್. ಈ ಲೋಲಕವನ್ನು 30^0 ಕೋನದಷ್ಟು ಪಕ್ಕ ಎಳೆದು ಕೈಬಿಟ್ಟಿದೆ. ಗುಂಡು ಸಮಸ್ಥಿತಿ ಸ್ಥಾನವನ್ನು ದಾಟುವಾಗಿನ ವೇಗವೆಷ್ಟು? ($g = 10 m/s^2$)

ಲೋಲಕದ ಗುಂಡು C ಸ್ಥಾನದಿಂದ B ಬಿಂದುವನ್ನು ಹಾದುಹೋಗುವಾಗ ಅದು DB ಗೆ ಸಮನಾದಷ್ಟು ಎತ್ತರದಿಂದ ಕೆಳಗೆ ಬಿದ್ದರೆ ಎಷ್ಟು ಚಲನಶಕ್ತಿಯನ್ನು ಪಡೆಯಬಹುದೋ ಅಷ್ಟೇ ಚಲನಶಕ್ತಿಯನ್ನು ಪಡೆಯುತ್ತದೆ.

ಅಂದರೆ DB ಎತ್ತರದಲ್ಲಿದ್ದಾಗಿನ ಪ್ರಚ್ಛನ್ನ ಶಕ್ತಿಗೆ B ನಲ್ಲಿದ್ದಾಗಿನ ಚಲನಶಕ್ತಿಯು ಸಮನಾಗಿರುತ್ತದೆ.

$\therefore \frac{1}{2} mv^2 = mg\,(DB)$ (ಶಕ್ತಿನಿತ್ಯತ್ವದ ಪ್ರಕಾರ) ADC ಸಮಕೋನತ್ರಿಭುಜದಲ್ಲಿ AD=AC $\cos 30^0 = \text{Cos } 30^0$ ($\because$ AC=1)



ಚಿತ್ರ 2.4.1

ಮತ್ತು DB=AB-AD = $(1-\cos 30^0)$

$V^2 = 2 \times g \times DB$

$= 2 \times 10 \times (1-\cos 30^0) = 2.68$ m/s

$\therefore V = 1.63$m/s.

7. 2kg ಮತ್ತು 8kg ದ್ರವ್ಯರಾಶಿಯ ಎರಡು ವಸ್ತುಗಳ ಮೇಲೆ 2N ಬಲವು ಆರೋಪವಾಗಿದೆ. ಅವೆರಡರಲ್ಲೂ ಸಮನಾದ ಚಲನಶಕ್ತಿಗಳು ಉತ್ಪನ್ನವಾಗಬೇಕಾದರೆ ಅವುಗಳ ಮೆಲೆ ಬಲವು ಆರೋಪವಾಗಬೇಕಾದ ಕಾಲಾವಧಿಯನ್ನು ಹೋಲಿಸಿ.

2kg ವಸ್ತುವಿನಲ್ಲಿ ಉಂಟಾಗುವ ವೇಗೋತ್ಕರ್ಷ $a^1 = \frac{E}{m^1} = \frac{2}{2} = 1 m/s^2$

ಹಾಗೆಯೇ 8kg ಯಲ್ಲಿ $a^2 = \frac{2}{8} = 0.25 m/s^2$

ಮೊದಲ ವಸ್ತುವಿನ ವೇಗ $V^1 = a^1 t^1 = 1 \times t^1$ m/s

ಹಾಗೆಯೇ $V^2 = a^2 t^2 = 0.25 \times t^2$ m/s

ಎರಡೂ ವಸ್ತುಗಳ ಚಲನಶಕ್ತಿಯು ಸಮಾನವಾದ್ದರಿಂದ;

$\frac{1}{2} m_1 v_1^2 = \frac{1}{2} m_2 v_2^2$

$\frac{1}{2} \times 2 \times 1 \times t_1^2 = \frac{1}{2} \times 8 \times (0.25)^2 \times t_2^2$

$t_1^2 = \frac{1}{4} t_2^2$

ಅಥವಾ $\frac{t^1}{t_2} = \frac{1}{2}$

ಅಭ್ಯಾಸ

ಒಂದು ಅಂಕದ ಪ್ರಶ್ನೆಗಳು

1. "ಚಲಿಸುತ್ತಿರುವ ವಸ್ತುವಿನ ಒಟ್ಟು ಶಕ್ತಿಯು ಅದನ್ನು ನಿಲ್ಲಿಸಲು ಮಾಡಬೇಕಾದ ಕೆಲಸಕ್ಕೆ ಸಮ" ಈ ವಾಕ್ಯ ಸರಿಯಾಗಿದೆಯೆ? ತಪ್ಪಾಗಿದ್ದಲ್ಲಿ, ಸರಿಯಾದ ವಾಕ್ಯವನ್ನು ಬರೆಯಿರಿ.

2. ಒಂದು ಬಲದ ದಿಕ್ಕಿಗೆ ಲಂಬವಾಗಿ ವಸ್ತುವು ಚಲಿಸುತ್ತಿದ್ದರೆ ಆ ದಿಕ್ಕಿನಲ್ಲಿ ಬಲದಿಂದಾದ ಕೆಲಸವೆಷ್ಟು?

3. ಒಂದು ಕಿಲೋವಾಟ್ ಗಂಟೆಗೆ ಎಷ್ಟು ಜೂಲ್ ಸಮ?

4. ಯಾಂತ್ರಿಕ ಶಕ್ತಿಯಲ್ಲಿನ ವಿವಿಧ ಶಕ್ತಿರೂಪಗಳನ್ನು ಹೆಸರಿಸಿ.

5. ಶಕ್ತಿ ನಿತ್ಯತ್ವ ನಿಯಮಕ್ಕೆ ಎರಡು ಉದಾಹರಣೆಗಳನ್ನು ಕೊಡಿ.

ಎರಡು ಅಂಕಗಳ ಪ್ರಶ್ನೆಗಳು

1. ಕೆಲಸ, ಸಾಮರ್ಥ್ಯ ಮತ್ತು ಚಲನಶಕ್ತಿಗಳಿಗೆ SI ಮಾನಗಳನ್ನು ಹೆಸರಿಸಿ. ಯಾವುದಾದರೊಂದರ ಆಯಾಮವನ್ನು ಬರೆಯಿರಿ.

2. ಕೆಲಸ ಮತ್ತು ಚಲನಶಕ್ತಿಗಳ ಆಯಾಮವನ್ನು ಹೋಲಿಸಿ.

3. ಪ್ರಚ್ಛನ್ನಶಕ್ತಿ ಮತ್ತು ಚಲನಶಕ್ತಿಗಳನ್ನು ವಿವರಿಸಿ.

4. ಪ್ರಚ್ಛನ್ನಶಕ್ತಿಯನ್ನು ಅಳೆಯಲು ಬಳಸುವ ಸೂತ್ರವನ್ನು ನಿಷ್ಪತ್ತಿಸಿ.

5. ಚಲನಶಕ್ತಿಯನ್ನು ಅಳೆಯಲು ಬಳಸುವ ಸೂತ್ರವನ್ನು ನಿಷ್ಪತ್ತಿಸಿ.

ನಾಲ್ಕು ಅಂಕಗಳ ಪ್ರಶ್ನೆಗಳು

1. ಶಕ್ತಿ ನಿತ್ಯತ್ವ ನಿಯಮವೆಂದರೇನು? ನುಣುಪಾದ ಓರೆತಲ (inclined plane) ದ ಮೇಲೆ ಜಾರುವ ವಸ್ತುವಿನ ಒಟ್ಟುಶಕ್ತಿಯು ನಿಯತವಾಗಿರುತ್ತದೆಂದು ಸಾಧಿಸಿ.

2. ಗುರುತ್ವಾಕರ್ಷಣೆಯಲ್ಲಿ ಕೆಳಗೆ ಬೀಳುತ್ತಿರುವ ವಸ್ತುವನ್ನು ಉದಾಹರಣೆಯಾಗಿ ತೆಗೆದುಕೊಂಡು ಶಕ್ತಿ ನಿತ್ಯತ್ವವನ್ನು ಸಾಧಿಸಿ.

ಐದು ಅಂಕಗಳ ಲೆಕ್ಕಗಳು

1. 25kg ತೂಕದ ವಸ್ತುವನ್ನು ಕ್ಷಿತಿಜಕ್ಕೆ ಲಂಬವಾದ ದಿಕ್ಕಿನಲ್ಲಿ 2m ಎತ್ತರಕ್ಕೆ ಎತ್ತಲು ನಿರ್ವಹಿಸಬೇಕಾದ ಕೆಲಸವೆಷ್ಟು? ಕ್ಷಿತಿಜಕ್ಕೆ 60^0 ಕೋನದಲ್ಲಿ ಅದೇ ವಸ್ತುವನ್ನು ಅಷ್ಟೇ ಎತ್ತರಕ್ಕೆ ಸಾಗಿಸಲು ಮಾಡಬೇಕಾದ ಕೆಲಸವೆಷ್ಟು? (490J, 245J)

2. 10gm ತೂಕದ ಒಂದು ಗುಂಡು ಸೆಕೆಂಡಿಗೆ 500m ವೇಗದಲ್ಲಿ ಚಲಿಸುತ್ತಾ ಒಂದು ಮರದ ತುಂಡನ್ನು 5cm ದೂರದಷ್ಟು ಕೊರೆಯಲು ಸಾಧ್ಯವಾದರೆ ಮರದ ತುಂಡು ನೀಡಿದ ಘರ್ಷಣಾ ಬಲವೆಷ್ಟು ? (5000N)

3. 40kg ದ್ರವ್ಯರಾಶಿಯ ವಸ್ತುವೊಂದು ಎಷ್ಟು ಎತ್ತರದಿಂದ ಕೆಳಗೆ ಬಿದ್ದರೆ ಅದರ ಚಲನಶಕ್ತಿಯು 196kg ದ್ರವ್ಯರಾಶಿಯ ಮತ್ತು ಸೆಕಂಡಿಗೆ 10m/s ವೇಗದಲ್ಲಿ ಚಲಿಸುತ್ತಿರುವ ವಾಹನದ ಚಲನಶಕ್ತಿಗೆ ಸಮನಾಗಿರುತ್ತದೆ? (25m)

4. 500kg ದ್ರವ್ಯರಾಶಿಯ ರೈಲುಗಾಡಿಯು 30kmph ಸಮವೇಗದಿಂದ ಸಮತಟ್ಟಾದ ಹಳಿಗಳ ಮೇಲೆ ಓಡುತ್ತಿದೆ. ಅದರ ಚಲನೆಗೆ ಪ್ರತಿ 100kg ಗೆ 10kg ತೂಕದಷ್ಟು ಘರ್ಷಣೆಯಿದ್ದಲ್ಲಿ ಇಂಜಿನ್ನಿನ ಸಾಮರ್ಥ್ಯವೆಷ್ಟು? (4.08×10^5W)

5. 45.72m ಎತ್ತರದ ಜಲಪಾತದಲ್ಲಿ ಸೆಕಂಡಿಗೆ 7.075 x 103 ಘನ ಮೀಟರ್ ನೀರು ಹರಿಯುತ್ತಿದೆ. 1 ಘನ ಮೀಟರಿನ ತೂಕ 28.35kg ಆದರೆ ಉತ್ಪಾದಿತ ಅಶ್ವಸಾಮರ್ಥ್ಯವೆಷ್ಟು? (4.26×10^6HP)

6. 9m/s ವೇಗದಲ್ಲಿ ಚಲಿಸುತ್ತಿರುವ ಚೆಂಡೊಂದು ನಿಶ್ಚಲವಾಗಿರುವ ಅಂತಹುದೇ ಚೆಂಡಿಗೆ ಡಿಕ್ಕಿಹೊಡೆಯುತ್ತದೆ. ಡಿಕ್ಕಿಹೊಡೆದ ನಂತರ ಎರಡೂ ಚೆಂಡುಗಳು, ಮೊದಲು ಚೆಂಡು ಚಲಿಸುತ್ತಿದ್ದ ದಿಕ್ಕಿಗೆ 30^0 ಕೋನದಲ್ಲಿ ಚಲಿಸುತ್ತವೆ. ಎರಡೂ ಚೆಂಡುಗಳ ಚಲನೆಯ ದಿಕ್ಕಿನ ಮಧ್ಯೆ 60^0 ಕೋನವಾದಲ್ಲಿ ಡಿಕ್ಕಿ ಹೊಡೆಯುವುದಕ್ಕೆ ಮೊದಲು ಮತ್ತು ನಂತರ ಚಲನಶಕ್ತಿಗಳು ಒಂದೇ ಆಗಿದೆಯೆ? ಇಲ್ಲದಿದ್ದಲ್ಲಿ ಅವುಗಳ ವ್ಯತ್ಯಾಸವೆಷ್ಟು?

(ಒಂದೇ ಆಗಿಲ್ಲ, 13.5J)

2.5 ಗುರುತ್ವಾಕರ್ಷಣೆ

ಮೇಲಕ್ಕೆಸೆದ ಚೆಂಡು ಭೂಮಿಗೆ ಮರಳಿ ಬರುವುದೇಕೆ? ಮರದಿಂದ ತೊಟ್ಟು ಕಳಚಿ ಉದುರಿದ ಹಣ್ಣು ನೆಲಕ್ಕೇ ಏಕೆ ಬೀಳಬೇಕು? ಬುಗುರಿಯಂತೆ ಗಿರಕಿ ಹೊಡೆಯುತ್ತಿರುವ ಭೂಮಿಯಿಂದ ನಾವೇಕೆ ಹೊರಕ್ಕೆಸೆಯಲ್ಪಡುತ್ತಿಲ್ಲ? ಸುತ್ತುತ್ತಿರುವ ಭೂಮಿಯ ಮೇಲಿನ ಸಾಗರಗಳ ನೀರು ಅಂತರಿಕ್ಷದತ್ತ ಏಕೆ ಹರಿದುಹೋಗುತ್ತಿಲ್ಲ? ಇಂತಹ ಹಲವಾರು ಕುತೂಹಲಗಳಿಗೆ ಏಕೈಕ ಸಮಾಧಾನ ಒಂದೇ; ಅದೇ ಗುರುತ್ವಶಕ್ತಿ (Gravity).

ಖಗೋಳಶಾಸ್ತ್ರಜ್ಞನಾದ ಕೆಪ್ಲರ್, ಗ್ರಹಗಳು ಸೂರ್ಯನ ಸುತ್ತಲೂ ಸುತ್ತುತ್ತಿರುವಾಗ ಅವುಗಳ ಚಲನೆಗಳು ಹಲವು ನಿಯಮಗಳಿಗನುಸಾರವಾಗಿ ನಡೆಯುವುವೆಂದು ಕಂಡುಹಿಡಿದಿದ್ದನು. ಮಹಾಮೇಧಾವಿ ನ್ಯೂಟನ್, ಕೆಪ್ಲರನ ನಿಯಮಗಳನ್ನು ಅರ್ಥಮಾಡಿಕೊಳ್ಳಲು ಚಲನಸೂತ್ರಗಳನ್ನೂ, ತಾನು ಮನಗಂಡಿದ್ದ ಕೇಂದ್ರಾಭಿಮುಖ ವೇಗೋತ್ಕರ್ಷ ಅಥವಾ ಬಲ ಮತ್ತು ಅಂತಹ ಬಲವು ಹೇಗೆ ಉಂಟಾಗಬಹುದೆಂಬುದನ್ನೂ ವಿಚಾರಮಾಡಿದನು. ಆ ಬಲವು ವಸ್ತುಗಳ ದೂರದ ವರ್ಗಕ್ಕೆ ವಿಲೋಮ ಪ್ರಮಾಣದಲ್ಲಿರುವುದೆಂದು ಭಾವಿಸಿದರೆ ಕೆಪ್ಲರನ ನಿಯಮಗಳನ್ನು ವಿಶ್ಲೇಷಿಸಲು ಸುಲಭವಾಗುವುದೆಂದು ಅವನಿಗೆ ತೋರಿತು. ತೊಟ್ಟು ಕಳಚಿದ ಸೇಬಿನಹಣ್ಣು ಮೇಲಕ್ಕೆ ಹೋಗದೆ ಕೆಳಕ್ಕೆ ಬೀಳಲು ಭೂಮಿಯ ಆಕರ್ಷಣೆಯೇ ಕಾರಣ ಎಂದು ಅವನಿಗೆ ಹೊಳೆಯಿತು. ಈ ಆಕರ್ಷಣೆಯು ಪ್ರಪಂಚದಲ್ಲಿ ಎಲ್ಲಾ ವಸ್ತುಗಳಿಗೂ ಪರಸ್ಪರವಾಗಿ ಇರಬಹುದೆಂದು ಅವನಿಗೆ ತೋರಿತು. ಸೂರ್ಯನ ಸುತ್ತ ಗ್ರಹಗಳೂ ಮತ್ತು ಭೂಮಿಯ ಸುತ್ತ ಚಂದ್ರನೂ ಸುತ್ತಲು ಕಾರಣವಾದ ವಿಶ್ವಗುರುತ್ವಾಕರ್ಷಣ ನಿಯಮದ ಕಲ್ಪನೆ ಮೂಡಿದ್ದು ಹೀಗೆ.

ಗುರುತ್ವಾಕರ್ಷಣ ನಿಯಮ

ವಿಶ್ವದಲ್ಲಿ ಪ್ರತಿಯೊಂದು ವಸ್ತುವೂ ಮತ್ತೊಂದು ವಸ್ತುವನ್ನು ಆಕರ್ಷಿಸುವ ಬಲವು ಅವುಗಳ ದ್ರವ್ಯರಾಶಿಗಳ ಗುಣಲಬ್ಧಕ್ಕೆ ಸರಲಾನುಪಾತವಾಗಿಯೂ ಮತ್ತು ಅವುಗಳ ನಡುವಿನ ದೂರದ ವರ್ಗಕ್ಕೆ ವಿಲೋಮಾನುಪಾತವಾಗಿಯೂ ಇರುತ್ತದೆ.

ಬಲವು ಎರಡು ಕಣಗಳನ್ನು ಸೇರಿಸುವ ಸರಳರೇಖೆಯಲ್ಲಿ ವರ್ತಿಸುತ್ತದೆ.

ಎರಡು ಕಣಗಳ ದ್ರವ್ಯರಾಶಿಯು m_1 ಮತ್ತು m_2 ಆಗಿದ್ದು, ಅವುಗಳಿಗಿರುವ ದೂರ d ಆಗಿದ್ದಲ್ಲಿ, ಅವುಗಳ ನಡುವಿನ ಆಕರ್ಷಣ ಬಲ;

$$f \propto m_1 m_2 / d^2 \quad \text{ಅಥವಾ} \quad f = G \frac{m_1 m_2}{d^2} \qquad \text{-------2.5.1}$$

G ಸ್ಥಿರಾಂಕವಾಗಿದ್ದು ಅದನ್ನು ಗುರುತ್ವ ಸ್ಥಿರಾಂಕ ಎಂದು ಕರೆಯಲಾಗುತ್ತದೆ.

ಇದೊಂದು ಆಯಾಮವಿರುವ ಸ್ಥಿರಾಂಕ. ಸಮೀಕರಣ (2.5.1) ರಲ್ಲಿ ಆಯಾಮಗಳನ್ನು ಬರೆದಾಗ

$[MLT^{-2}] = [G][M][M]/[L^2]$

$\therefore [G] = [MLT^{-2}][L^2]/[M^2] = [M^{-1} L^3 T^{-2}]$

ಸಮೀಕರಣ (2.5.1) ದಲ್ಲಿ $m_1 = m_2 = 1$ ಮತ್ತು $d = 1$ ಆದಲ್ಲಿ $f = G$

SI ಮಾನದಲ್ಲಿ, ಗುರುತ್ವ ಸ್ಥಿರಾಂಕವು ಒಂದು ಮೀಟರ್ ಅಂತರದಲ್ಲಿರುವ ಒಂದು kg ದ್ರವ್ಯರಾಶಿಯ ಎರಡು ವಸ್ತುಗಳ ನಡುವಿನ ಆಕರ್ಷಕ ಬಲಕ್ಕೆ ಸಮನಾಗಿರುತ್ತದೆ.

G ಅನ್ನು $Nm^2 kg^{-2}$ ಅಥವಾ $M^{-3} kg^{-1} g^2$ ಎಂದು ಬರೆಯಬಹುದು.

SI ಪದ್ಧತಿಯಲ್ಲಿ ಅದರ ಮೌಲ್ಯ $6.67 \times 10^{-11} Nm^2 kg^{-2}$

ಇಲ್ಲಿ ಒಂದು ಮಹತ್ವದ ಸಂಗತಿಯನ್ನು ಗಮನಿಸಬೇಕು. ಗುರುತ್ವಾಕರ್ಷಣ ಬಲವು ವಸ್ತುಗಳ ಮಧ್ಯದಲ್ಲಿರುವ ಮಾಧ್ಯಮದಿಂದ ಸ್ವತಂತ್ರವಾಗಿದೆ. ಇದು ಯಾವಾಗಲೂ ಆಕರ್ಷಕ ಬಲವಾಗಿದ್ದು ವಸ್ತುಗಳ ಗುಣ, ಗಾತ್ರ, ತಾಪ ಮತ್ತು ಒತ್ತಡಗಳಲ್ಲಿನ ಬದಲಾವಣೆಯೇ ಮುಂತಾದ ಭೌತ ಸ್ಥಿತಿಯನ್ನು ಅವಲಂಬಿಸಿಲ್ಲ. ಭೂಮಿಯ ಮೇಲಿನ ವಸ್ತುಗಳ ನಡುವೆ ಹೇಗೋ ಹಾಗೆಯೇ ಆಕಾಶಕಾಯಗಳ ಮಧ್ಯೆ ಇರುವ ಬಲವನ್ನೂ ಈ ನಿಯಮದಿಂದ ವಿವರಿಸಬಹುದು. ಹೀಗಾಗಿ ಇದು ವಿಶ್ವ ಗುರುತ್ವಾಕರ್ಷಣ ನಿಯಮವಾಗಿದೆ.

ಗುರುತ್ವ ವೇಗೋತ್ಕರ್ಷ

ಭೂಮಿಯ ಮೇಲಿರುವ ಎಲ್ಲ ವಸ್ತುಗಳನ್ನೂ ಅದು ತನ್ನ ಕೇಂದ್ರದ ಕಡೆಗೆ ಆಕರ್ಷಿಸುತ್ತದೆ. **ಭೂಮಿ ಮತ್ತು ಅದರ ಮೇಲಿರುವ ವಸ್ತುವಿನ ನಡುವಿನ ಆಕರ್ಷಕ ಬಲಕ್ಕೆ ಗುರುತ್ವ ಎಂದು ಹೆಸರು.**

ಗುರುತ್ವದಿಂದಾಗಿ ವಸ್ತುಗಳು ಭೂಮಿಯತ್ತ ಚಲಿಸುವಾಗಿನ ವೇಗೋತ್ಕರ್ಷವನ್ನು ಗುರುತ್ವ ವೇಗೋತ್ಕರ್ಷವೆಂದು ಕರೆದು ಅದನ್ನು g ಎಂಬ ಚಿಹ್ನೆಯಿಂದ ಸೂಚಿಸಲಾಗುತ್ತದೆ.

$$\therefore f = mg \qquad \text{---------2.5.2}$$

ಈ ಬಲವು ವಸ್ತುವಿನ ತೂಕಕ್ಕೂ ಕಾರಣವಾಗಿದೆ.

m ದ್ರವ್ಯರಾಶಿಯು, M ದ್ರವ್ಯರಾಶಿಯ ಮತ್ತು R ತ್ರಿಜ್ಯದ ಭೂಮಿಯಿಂದ ಎತ್ತರದಲ್ಲಿದ್ದಾಗ ; ಅದರ ಎತ್ತರವು R ಗೆ ಹೋಲಿಸಿದಾಗ ಗಣನೀಯವಾಗಿಲ್ಲದಿದ್ದರೆ, ನ್ಯೂಟನ್ ಗುರುತ್ವಾಕರ್ಷಣ ನಿಯಮಾನುಸಾರ

$$f = G\,Mm/R^2 \qquad \text{---------2.5.3}$$

ಸಮೀಕರಣಗಳಾದ 2.5.2 ಮತ್ತು 2.5.3 ಗಳನ್ನು ಹೋಲಿಸಿದಾಗ

$g = Gm/R^2$ ಎಂದು ತಿಳಿಯುತ್ತದೆ.

ಈ ಸಮೀಕರಣದಿಂದ g ವಸ್ತುವಿನ ದ್ರವ್ಯರಾಶಿಯನ್ನು ಅವಲಂಬಿಸಿಲ್ಲದಿರುವುದನ್ನೂ ಮತ್ತು ಗೊತ್ತಾದ ಸ್ಥಳದಲ್ಲಿ ಸ್ಥಿರಬೆಲೆಯನ್ನು ಹೊಂದಿರುವುದನ್ನೂ ಗುರುತಿಸಬಹುದು. ಹಗುರವಾದ ಮತ್ತು ಭಾರವಾದ ಎರಡು ಗುಂಡುಗಳನ್ನು ಪೀಸಾದಲ್ಲಿನ ವಾಲುಗೋಪುರದ ಮೇಲಿಂದ ಕೆಳಕ್ಕೆ ಬಿಟ್ಟಾಗ ಎರಡೂ ಒಂದೇ ವೇಗೋತ್ಕರ್ಷ ಪಡೆದು ಏಕಕಾಲದಲ್ಲಿ ಭೂಮಿಗೆ ಬಿದ್ದದ್ದನ್ನು ಪ್ರಾಯೋಗಿಕವಾಗಿ ತೋರಿಸಿದ ಕೀರ್ತಿ ಗೆಲಿಲಿಯೋಗೆ ಸಲ್ಲುತ್ತದೆ.

g ಯಲ್ಲಾಗುವ ವ್ಯತ್ಯಾಸ

1. ಎತ್ತರದಿಂದಾಗುವ ವ್ಯತ್ಯಾಸ : m ದ್ರವ್ಯರಾಶಿಯಿರುವ ವಸ್ತುವು ಭೂಮಿಯಿಂದ h ಎತ್ತರದಲ್ಲಿದ್ದಾಗ ಅದರ ಗುರುತ್ವವೇಗೋತ್ಕರ್ಷವು g^1 ಆಗಿರಲಿ.

ಭೂಮಿಯ ಮೇಲೆ $g = GM/R^2$ ಮತ್ತು [M – ಭೂಮಿಯ ದ್ರವ್ಯರಾಶಿ]

$g^1 = GM/(R+h)^2$

$\therefore\ g^1/g = R^2/(R+h)^2 = 1/(1+h/R)^2$ ಅಥವಾ $g^1 = g\,(1 + h/_R)^{-2}$

R ಗೆ ಹೋಲಿಸಿದಾಗ h ತೀರ ಕಡಿಮೆ ಇದ್ದಾಗ

$$g^1 = g\,(1 - 2h/R) \qquad \text{--------}2.5.5$$

g ಯ ಬೆಲೆಯು ಎತ್ತರ ಹೆಚ್ಚಾದಂತೆ ಕಡಿಮೆಯಾಗುತ್ತಾ ಹೋಗುತ್ತದೆ.

2. ಆಳದಿಂದಾಗುವ ವ್ಯತ್ಯಾಸ

ಭೂಮಿಯ ತ್ರಿಜ್ಯವು R ಮತ್ತು ಅದರ ಸರಾಸರಿ ಸಾಂದ್ರತೆಯು d ಆಗಿರಲಿ. ಭೂಮಿಯ ಆಳದಲ್ಲಿ h ದೂರದಲ್ಲಿ P ಎಂಬ ಬಿಂದುವಿರಲಿ. ಅಲ್ಲಿನ ಗುರುತ್ವ ವೇಗೋತ್ಕರ್ಷವು g^1 ಆಗಿದ್ದಲ್ಲಿ, $g^1 = GM^1/(R-h)^2$

ಇಲ್ಲಿ (R–h) ತ್ರಿಜ್ಯದ ಗೋಳದ ದ್ರವ್ಯರಾಶಿ M^1 ಆಗಿದೆ.

$M^1 = 4/3\ \Pi\ (R-h)^3 d$

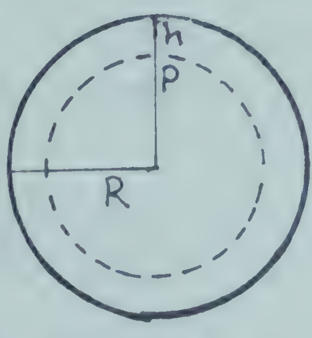
$\therefore\ g^1 = 4/3\ \Pi\ G(R-h)\,d$

ಮತ್ತು $g = GM/R^2 = G\,4/3\ \Pi\ R^3 d/R^2 = 4/3\ \Pi\ GRd$

$\therefore\ g^1/g = (R-h)/R$ ಅಂದರೆ

$g^1 = g\ (1 - h/R)$ ----- 2.5.6

ಭೂಮಿಯ ಮೇಲ್ಮೈಯಿಂದ ಆಳಕ್ಕೆ ಹೋದಂತೆ g ಯ ಬೆಲೆಯು ಕಡಿಮೆ ಯಾಗುತ್ತದೆ.



ಚಿತ್ರ 2.5.1

3. ಅಕ್ಷಾಂಶಕ್ಕನುಗುಣವಾಗಿ ವ್ಯತ್ಯಾಸ

ಭೂಮಿಯು ಪರಿಪೂರ್ಣ ಗೋಳವಲ್ಲ. ಅದರ ವಿಷುವೀಯ ವ್ಯಾಸವು ಧ್ರುವೀಯ ವ್ಯಾಸಕ್ಕಿಂತ 40km ಜಾಸ್ತಿಯಾಗಿದೆ. g ಯ ಬೆಲೆಯು ದೂರದ ವರ್ಗಕ್ಕೆ ವಿಲೋಮಾನುಪಾತದಲ್ಲಿರುವುದರಿಂದ ಅದು ಧ್ರುವ ಪ್ರದೇಶದಲ್ಲಿ ವಿಷುವದ್ರೇಖೆಗೆ ಹತ್ತಿರದ ಪ್ರದೇಶಗಳಿಗಿಂತ ಹೆಚ್ಚಾಗಿರುತ್ತದೆ.

ಭೂಮಿಯು ತನ್ನ ಅಕ್ಷದ ಮೇಲೆ ಸುತ್ತುವುದರಿಂದಾಗಿಯೂ g ಬೆಲೆಯಲ್ಲಿ ವ್ಯತ್ಯಾಸವುಂಟಾಗುತ್ತದೆ. ಭೂಮಿಯೊಂದಿಗೆ ಅದರ ಮೇಲಿನ ಎಲ್ಲ ವಸ್ತುಗಳೂ ವೃತ್ತಾಕಾರವಾಗಿ ಸುತ್ತುತ್ತಿರುತ್ತವೆ. ವೃತ್ತೀಯ ಚಲನೆಗೆ ಕೇಂದ್ರಾಕರ್ಷಕ ಬಲ ಬೇಕಾಗುತ್ತದೆ. ಇದನ್ನು ಗುರುತ್ವಬಲವೇ ನೀಡಬೇಕು. ಹೀಗಾಗಿ ಒಂದು ಪ್ರದೇಶದಲ್ಲಿನ g ಬೆಲೆಯು ಕಡಿಮೆಯಾಗಲು ಇದೂ ಒಂದು ಕಾರಣ. ವಿಷುವದ್ರೇಖೆಯಲ್ಲಿ ಕೇಂದ್ರಾಕರ್ಷಕ ಬಲವು ಗರಿಷ್ಠವಾದ್ದರಿಂದ g ನ ಬೆಲೆಯು ಅತಿ ಕಡಿಮೆ ಇರುತ್ತದೆ. ಅಕ್ಷಾಂಶ ಹೆಚ್ಚಿದಂತೆಲ್ಲ g ನ ಬೆಲೆಯೂ ಹೆಚ್ಚುತ್ತಾ ಹೋಗುತ್ತದೆ. ಧ್ರುವಪ್ರದೇಶದಲ್ಲಿ ಅಕ್ಷಾಂಶವು 90^0 ಇರುವುದರಿಂದ ಅಲ್ಲಿ ಅದರ ಬೆಲೆಯು ಗರಿಷ್ಠವಾಗಿರುತ್ತದೆ.

λ ಅಕ್ಷಾಂಶವಿರುವ ಸ್ಥಳದಲ್ಲಿನ ವೇಗೋತ್ಕರ್ಷವು g^1 ಆಗಿದ್ದರೆ, ಅದರ ಬೆಲೆಯು

$g^1 = g \{1 - (\omega^2 R/g) \cos^2 \lambda \}$ ಆಗಿರುತ್ತದೆ --------2.5.7

ಇಲ್ಲಿ ω = ಭೂಮಿಯ ಕೋನೀಯವೇಗ

R = ಭೂಮಿಯ ತ್ರಿಜ್ಯ

g = ಗುರುತ್ವವೇಗೋತ್ಕರ್ಷ

ಗ್ರಹ ಮತ್ತು ಉಪಗ್ರಹಗಳ ಚಲನೆ

ಸೌರಮಂಡಲದಲ್ಲಿ ಸೂರ್ಯನ ಸುತ್ತಲೂ ನಿರ್ದಿಷ್ಟ ಕಕ್ಷೆಗಳಲ್ಲಿ ಸುತ್ತುತ್ತಿರುವ ಆಕಾಶಕಾಯಗಳಿಗೆ ಗ್ರಹಗಳೆಂದು ಹೆಸರು. ಚಂದ್ರ ಭೂಮಿಯ ಉಪಗ್ರಹ. ಇದೇ ರೀತಿ ಮಂಗಳ ಗ್ರಹಕ್ಕೆ ಎರಡು, ಗುರುಗ್ರಹಕ್ಕೆ ಹನ್ನೆರಡು ಉಪಗ್ರಹಗಳಿವೆ. ಗ್ರಹಗಳ ಚಲನೆಗೆ ಅಗತ್ಯವಾದ ಕೇಂದ್ರಾಕರ್ಷಕ ಬಲವನ್ನು ಸೂರ್ಯ ಮತ್ತು ಗ್ರಹಗಳ ನಡುವಿನ ಆಕರ್ಷಕಬಲವಾದ ಗುರುತ್ವಾಕರ್ಷಣಬಲವು ಪೂರೈಸುತ್ತದೆ. ಹೀಗಾಗಿ ಗ್ರಹಗಳಾಗಲೀ ಅಥವಾ ಉಪಗ್ರಹಗಳೇ ಆಗಲಿ ಅವುಗಳ ಚಲನೆಯು ವಿಶ್ವಗುರುತ್ವಾಕರ್ಷಣ ನಿಯಮಕ್ಕೆ ಒಳಪಟ್ಟಿವೆ.

$$\therefore \frac{mv^2}{r} = G\frac{Mm}{r^2} \quad \text{---------2.5.8}$$

ಇಲ್ಲಿ m ಗ್ರಹ ಅಥವಾ ಉಪಗ್ರಹದ ದ್ರವ್ಯರಾಶಿ, M ಸೂರ್ಯ ಅಥವಾ ಭೂಮಿಯ ದ್ರವ್ಯರಾಶಿ, r ಗ್ರಹ ಪಥದ ತ್ರಿಜ್ಯ, v ಗ್ರಹದ ಕಕ್ಷಾವೇಗ.

ಸಮೀಕರಣ 2.5.8 ರಿಂದ $V=\sqrt{GM/r}$ ಸೂತ್ರವನ್ನು ಪಡೆಯಬಹುದು. ಈ ಸೂತ್ರವನ್ನು ಸೂಕ್ತ ಬದಲಾವಣೆಯೊಂದಿಗೆ ಎಲ್ಲಾ ಸಂದರ್ಭಗಳಿಗೂ ಬಳಸಬಹುದು. ಉದಾಹರಣೆಗೆ ಭೂಮೇಲ್ಮೈಯಿಂದ h ಎತ್ತರದಲ್ಲಿ ಕೃತಕ ಉಪಗ್ರಹವು V ಕಕ್ಷಾವೇಗದಲ್ಲಿ ಸುತ್ತಲು,

$$V=\sqrt{\frac{GM}{r}}=\sqrt{GM / r + h}$$ ಆಗಿರಬೇಕು

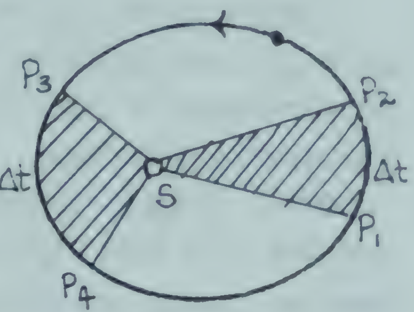
ಕೆಪ್ಲರ್ ನಿಯಮಗಳು

ಟೈಕೊಬ್ರಾಹೆ (1546-1601) ಎಂಬ ಖಗೋಳ ವಿಜ್ಞಾನಿಯು ಸುಮಾರು 20 ವರ್ಷಗಳ ಕಾಲ ಡೆನ್ಮಾರ್ಕಿನ ವೇಧ ಶಾಲೆಯಲ್ಲಿ ನಡೆಸಿದ ನಿರಂತರ ಸಮೀಕ್ಷೆಗಳ ಫಲವಾಗಿ ಗ್ರಹಗಳು ಮತ್ತು ನಕ್ಷತ್ರಗಳಿಗೆ ಸಂಬಂಧಪಟ್ಟ ಸ್ಥಾನ ಮತ್ತು ಚಲನವಲನಗಳನ್ನು ತಿಳಿಸುವ ವ್ಯಾಪಕವಾದ ದತ್ತಾಂಶಗಳನ್ನು ಕ್ರೋಢೀಕರಿಸಿ ಪ್ರಕಟಿಸಿದನು. ಇವುಗಳನ್ನು ವಿಶ್ಲೇಷಿಸಿ, ಅವನ ಶಿಷ್ಯನಾದ, ಕೆಪ್ಲರ್ (1571-1630) ಗ್ರಹಗಳ ಚಲನಕ್ಕೆ ಸಂಬಂಧಪಟ್ಟ ಮೂರು ನಿಯಮಗಳನ್ನು ಪ್ರಕಟಿಸಿದನು.

1. ಪ್ರತಿಯೊಂದು ಗ್ರಹವೂ ಸೂರ್ಯನ ಸುತ್ತಲೂ ದೀರ್ಘವೃತ್ತದ ಪಥದಲ್ಲಿ ಚಲಿಸುತ್ತಿದ್ದು ಸೂರ್ಯ ಆ ದೀರ್ಘವೃತ್ತದ ಒಂದು ಕೇಂದ್ರದಲ್ಲಿದೆ.

2. ಸೂರ್ಯ ಮತ್ತು ಗ್ರಹವನ್ನು ಸೇರಿಸುವ ತ್ರಿಜ್ಯವು ಸಮಕಾಲಾವಧಿಯಲ್ಲಿ ಸಮಕ್ಷೇತ್ರಫಲವನ್ನು ಆವರಿಸುತ್ತದೆ.

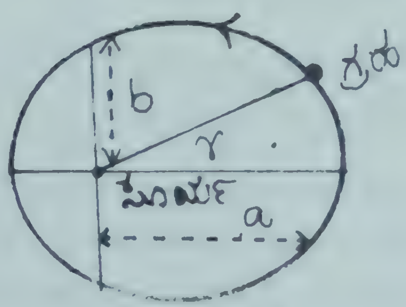
ಚಿತ್ರದಿಂದ ತಿಳಿಯುವ ಪ್ರಧಾನ ಅಂಶವೆಂದರೆ ಗ್ರಹವು ಸೂರ್ಯನಿಗೆ ದೂರದಲ್ಲಿರುವಾಗ ಕ್ರಮಿಸುವ ದೂರ p_1p_2 ಗಿಂತ, ಸಮೀಪದಲ್ಲಿರುವಾಗ ಹೆಚ್ಚುದೂರ p_3p_4 ವನ್ನು ಸಮಕಾಲ (Δt) ದಲ್ಲಿ ಕ್ರಮಿಸಬೇಕಾಗುತ್ತದೆ. ಇದರಿಂದಾಗಿ ಗ್ರಹವು ಸೂರ್ಯನಿಗೆ ಸಮೀಪ ದಲ್ಲಿರುವಾಗ ಹೆಚ್ಚು ವೇಗದಿಂದ ಚಲಿಸುತ್ತದೆ.



ಚಿತ್ರ 2.5.2

3. ಗ್ರಹಗಳ ಆವರ್ತಕಾಲದ ವರ್ಗವು ಅವು ಚಲಿಸುವ ಕಕ್ಷೆಯ ಅರೆಪ್ರಧಾನಾಕ್ಷದ ಘನಕ್ಕೆ ಸಮಾನುಪಾತವಾಗಿರುತ್ತದೆ.

ಈ ನಿಯಮಗಳ ಪ್ರಕಾರ ಗ್ರಹಗಳು ಸೂರ್ಯನ ಸುತ್ತಲೂ ಚಿತ್ರ 2.5.3 ದಲ್ಲಿರುವಂತೆ ದೀರ್ಘವೃತ್ತಾಕಾರದ ಕಕ್ಷೆಯಲ್ಲಿ ಸುತ್ತುತ್ತವೆ.



ಚಿತ್ರ 2.5.3

ಎರಡನೆಯ ನಿಯಮಾನುಸಾರ, ಕಕ್ಷೆಯ ಕ್ಷೇತ್ರಫಲವು πab, ಗ್ರಹದ ಆವರ್ತ ಕಾಲವು T ಆಗಿದ್ದಲ್ಲಿ ;

$$\text{ಕ್ಷೇತ್ರವೇಗ} = \frac{\text{ಕ್ಷೇತ್ರಫಲ}}{\text{ಆವರ್ತಕಾಲ}} = \frac{\pi ab}{T}$$

ಕಕ್ಷಾವೇಗ $=\sqrt{GM/r}$ ಇಲ್ಲಿ M ಸೂರ್ಯ ನಕ್ಷತ್ರದ ದ್ರವ್ಯರಾಶಿ.

ಮೂರನೆಯ ನಿಯಮಾನುಸಾರ $T^2 \propto a^3$ ಎಂದು ಬರೆಯಬಹುದು

(a ಗ್ರಹದ ಕಕ್ಷೆಯ ಅರೆಪ್ರಧಾನಾಕ್ಷ)

ಗ್ರಹವು ಸೂರ್ಯನ ಸುತ್ತ R ತ್ರಿಜ್ಯದ ವೃತ್ತಾಕಾರದ ಕಕ್ಷೆಯಲ್ಲಿ ಚಲಿಸುತ್ತಿದೆಯೆಂದು ಊಹಿಸೋಣ. ಈ ಚಲನೆಗೆ ಅಗತ್ಯವಾದ ಕೇಂದ್ರಾಭಿಮುಖಬಲವನ್ನು ಗುರುತ್ವಾಕರ್ಷಣ ಬಲವು ನೀಡುತ್ತದೆ.

$$\frac{mv^2}{R} = (GM_s m)/R^2$$ **ಇಲ್ಲಿ m ಗ್ರಹದ ದ್ರವ್ಯರಾಶಿ**

M_s ಸೂರ್ಯನ ದ್ರವ್ಯರಾಶಿ ಮತ್ತು V= ಗ್ರಹದ ಕಕ್ಷಾವೇಗ

T ಗ್ರಹದ ಆವರ್ತಕಾಲವಾದಲ್ಲಿ $V = \frac{2\pi R}{T}$

ಇದನ್ನು ಮೇಲಿನ ಸಮೀಕರಣದಲ್ಲಿ ಬಳಸಿದಾಗ :

$$\frac{R^3}{T^2} = GM_s / 4\pi^2$$ ಆಗುತ್ತದೆ.

ಸೌರಮಂಡಲದ ಎಲ್ಲಾ ಗ್ರಹಗಳೂ ಮೇಲಿನ ಸಮೀಕರಣದಲ್ಲಿನ ಬಲಗಡೆಯಿರುವುದು ನಿಯತ ಬೆಲೆಯಾಗಿರುವುದರಿಂದ $T^2 \equiv R^3$ ಆಗುತ್ತದೆ. ದೀರ್ಘವೃತ್ತದ ಕಕ್ಷೆಯಿರುವಾಗ R ಅನ್ನು ಅರೆ-ಪ್ರಧಾನಾಕ್ಷವಾದ a ಎಂದು ಬರೆದರೆ ಕೆಪ್ಲರನ ಮೂರನೆಯ ನಿಯಮವಾಗುತ್ತದೆ. ಕೋಪರ್ನಿಕಸ್ ಪ್ರತಿಪಾದಿಸಿದ್ದ ಸೂರ್ಯಕೇಂದ್ರ ಸಿದ್ಧಾಂತವನ್ನು ಅತ್ಯಂತ ಸರಳವಾಗಿ ನಿರೂಪಿಸುವ ಕೆಪ್ಲರ್ ನಿಯಮಗಳು ವೈಜ್ಞಾನಿಕ ಇತಿಹಾಸದಲ್ಲಿ ಪ್ರಧಾನ ಪಾತ್ರವಹಿಸಿವೆ. ಹೀಗಿದ್ದೂ ಗ್ರಹಗಳ ಚಲನೆಗೆ ಅಗತ್ಯವಾದ ಬಲದ ಕಲ್ಪನೆ ಕೆಪ್ಲರನಿಗಿರಲಿಲ್ಲ ಚಲನೆಯ ನಿಯಮಗಳು ಮತ್ತು ವಿಶ್ವಗುರುತ್ವಾಕರ್ಷಣ ನಿಯಮವು ಅತ್ಯಂತ ಸಹಜರೀತಿಯಲ್ಲಿ ಕೆಪ್ಲರನ ನಿಯಮಗಳನ್ನು ಪ್ರತಿಪಾದಿಸುತ್ತವೆ.

ವಿಮೋಚನಾವೇಗ

ವಸ್ತುವೊಂದನ್ನು ಗುರುತ್ವಬಲಕ್ಕೆ ವಿರುದ್ಧವಾಗಿ ಚಲಿಸುವಂತೆ ಮಾಡಲು ಕೆಲಸದ ಅಗತ್ಯವಿದೆ. ಭೂ ಮೇಲ್ಮೈಯಿಂದ ವಸ್ತುವೊಂದನ್ನು ಮೇಲಕ್ಕೆಸೆದಾಗ ಅದು ಗುರುತ್ವ ಬಲದಿಂದ ತಪ್ಪಿಸಿಕೊಂಡು ಹೋಗಲು ಅದಕ್ಕಿರಬೇಕಾದ ವೇಗಕ್ಕೆ ವಿಮೋಚನಾವೇಗವೆಂದು ಹೆಸರು. ಈ ವೇಗಪಡೆಯಲು ವಸ್ತುವಿಗೆ ಚಲನಶಕ್ತಿಯನ್ನು ಕೊಡಬೇಕಾಗುತ್ತದೆ. ಈ ಶಕ್ತಿಯನ್ನು ಕೊಡಲು ಮಾಡಬೇಕಾದ ಕೆಲಸವು $(GMm)/R$ ಆಗಿರುತ್ತವೆ. ಇಲ್ಲಿ m ವಸ್ತುವಿನ ದ್ರವ್ಯರಾಶಿ ಹಾಗೂ R ಅದು ಭೂಕೇಂದ್ರದಿಂದಿರುವ ದೂರವನ್ನು ಸೂಚಿಸುತ್ತವೆ.

ಚಲನಶಕ್ತಿ = ಕೆಲಸ

$\frac{1}{2} mV_e^2 = GMm / R$

ಅಥವಾ $V_e = \sqrt{2GM/R} = \sqrt{2Rg}$ (2.5.4 ಸಮೀಕರಣದಿಂದ)

$\therefore$ ವಿಮೋಚನಾವೇಗ $V_e = \sqrt{2Rg}$ ---------- (2.5.10)

ಭೂಮಿಯ ಮೇಲಿನ ವಸ್ತುಗಳ ವಿಮೋಚನಾವೇಗ = 11.2 km/sec.

ಭಾರರಾಹಿತ್ಯ

ಸ್ಪ್ರಿಂಗ್ ತಕ್ಕಡಿಯ ಮೇಲೆ ನಿಂತು ತೂಕ ನೋಡಿಕೊಂಡಾಗ ವಾಸ್ತವವಾಗಿ ಸ್ಪ್ರಿಂಗ್‌ನ ಪ್ರತಿಕ್ರಿಯೆಯನ್ನು ಅಳೆದಿರುತ್ತೇವೆ.

ವಸ್ತುವೊಂದರ ತೂಕವನ್ನು ಅದಕ್ಕೆ ಆಧಾರವಾಗಿರುವ ವಸ್ತುವಿನ ಪ್ರತಿಕ್ರಿಯೆಯಿಂದ ಅಳೆಯಲಾಗುತ್ತದೆ.

ಭೂಮಿ ತನ್ನ ಅಕ್ಷದ ಮೇಲೆ ಸುತ್ತಲು ಬೇಕಾದ ಕೇಂದ್ರಾಕರ್ಷಕಬಲವನ್ನು ಕೊಟ್ಟನಂತರ ಉಳಿದ ಗುರುತ್ವಬಲಮಾತ್ರ ಭೂಮಿಯ ಮೇಲಿನ ವಸ್ತುಗಳನ್ನು ಅದರ ಮೇಲ್ಮೈಮೇಲೆ ಒತ್ತಿಹಿಡಿಯುತ್ತದೆ. ಹೀಗಾಗಿ, ಭೂಮಿಗೆ ಸಂಬಂಧಿಸಿದಂತೆ, ವಸ್ತುವಿನ ತೂಕವು ಅದು ತನಗೆ ಆಧಾರವಾಗಿರುವುದರ ಮೇಲೆ ಬೀರುವ ಬಲಕ್ಕೆ ಸಮನಾಗಿರುತ್ತದೆ.

ಭೂ ಉಪಗ್ರಹಕ್ಕೆ ಅಗತ್ಯವಾದ ಕೇಂದ್ರಾಕರ್ಷಕಬಲ ನೀಡಲು ಗುರುತ್ವಬಲವು ಸಂಪೂರ್ಣವಾಗಿ ಬೇಕಾಗಿರುವುದರಿಂದ ಅದರಲ್ಲಿನ ಗಗನಯಾನಿಯು ನಿಂತ ಸ್ಥಳದಿಂದ ಪ್ರತಿಕ್ರಿಯೆಯನ್ನು ಪಡೆಯುವುದಿಲ್ಲ. ಈ ರೀತಿಯ ಶೂನ್ಯ ಪ್ರತಿಕ್ರಿಯೆ ಸ್ಥಿತಿಯನ್ನು ಭಾರರಾಹಿತ್ಯ ಸ್ಥಿತಿ ಎನ್ನಲಾಗುತ್ತದೆ. ಮುಕ್ತವಾಗಿ ಕೆಳಕ್ಕೆ ಬೀಳುವ ವಸ್ತುಗಳು ಭಾರರಾಹಿತ್ಯ ಸ್ಥಿತಿಯನ್ನು ಅನುಭವಿಸುತ್ತವೆ.

ಉದಾಹರಣೆಗಳು

1. 0.2m ಅಂತರದಲ್ಲಿರುವ ಎರಡು ಸಮ ದ್ರವ್ಯರಾಶಿಯುಳ್ಳ ಸಮಗೋಳಗಳ ನಡುವಣ ಆಕರ್ಷಣಬಲವು 1×10^6 kg – wt. ಅವುಗಳ ದ್ರವ್ಯರಾಶಿಯನ್ನು ಲೆಕ್ಕಿಸಿ.

($g = 9.8\ m/s^2$, $G = 6.67 \times 10^{-11}$ SI ಮಾನ)

$m_1 = m_2 = m$

$$f = \frac{Gm^2}{d^2}$$

$$\therefore m^2 = fd^2/G = \frac{1 \times 10^6 \times 9.8 \times (0.2)^2}{6.67 \times 10^{-11}} = 24.5\ kg$$

ಗೋಳದ ದ್ರವ್ಯರಾಶಿ = 24.5 kg

2. ಚಂದ್ರ ಮತ್ತು ಭೂಮಿಗಳ ನಡುವಣ ಆಕರ್ಷಕಬಲವು 1.98×10^{20}N ಆದರೆ, ಚಂದ್ರ ದ್ರವ್ಯರಾಶಿಯನ್ನು ಲೆಕ್ಕಿಸಿ.

(ಭೂಮಿಯ ದ್ರವ್ಯರಾಶಿ 5.98×10^{24} kg; ಚಂದ್ರ - ಭೂಮಿ ಅಂತರ = 3.85×10^{8}m , $G = 6.67 \times 10^{-11}$ SIU)

$$f = \frac{Gm_1 m_2}{d^2}$$

ಚಂದ್ರ ದ್ರವ್ಯರಾಶಿ $m_2 = \frac{fd^2}{Gm_1} = \frac{1.98 \times 10^{20} \times (3.85 \times 10^{8})^2}{6.67 \times 10^{-11} \times 5.98 \times 10^{24}}$

$= 7.35 \times 10^{22}$ kg

ಚಂದ್ರ ದ್ರವ್ಯರಾಶಿ = 7.35×10^{22} kg

3. ಭೂಮಿಯ ದ್ರವ್ಯರಾಶಿ ಮತ್ತು ವ್ಯಾಸಗಳ ಮೂರುಪಟ್ಟಿರುವ ಗ್ರಹವೊಂದರ ಮೇಲ್ಮೈಯಲ್ಲಿ ಗುರುತ್ವವೇಗೋತ್ಕರ್ಷದ ಬೆಲೆಯೆಷ್ಟು?

(ಭೂಮಿಯ ಮೇಲೆ $g = 9.8$ m/s^2)

ಭೂಮಿಗೆ ಸಂಬಂಧಿಸಿದಂತೆ ದ್ರವ್ಯರಾಶಿ, ತ್ರಿಜ್ಯ ಮತ್ತು ಗುರುತ್ವ - ವೇಗೋತ್ಕರ್ಷ ಅನುಕ್ರಮವಾಗಿ M, R ಮತ್ತು g ಆಗಿದ್ದರೆ,

ಗ್ರಹಕ್ಕೆ M^1, R^1 ಮತ್ತು g^1 ಆಗಿರಲಿ

$g = GM / R^2$ ಮತ್ತು $g^1 = GM^1 / (R^1)^2 = 3GM / 9R^2$

$\therefore g^1 = g/3 = 9.8 / 3 = 3.27$ m/s^2

ಗ್ರಹದ ಮೇಲ್ಮೈಯಲ್ಲಿ ಗುರುತ್ವ ವೇಗೋತ್ಕರ್ಷದ ಬೆಲೆ 3.27 m/s^2

4. ಭೂಮಿಯ ಮೇಲ್ಮೈಯಲ್ಲಿ g ಬೆಲೆ 9.8 m/s^2 ಆಗಿದ್ದಲ್ಲಿ,

a) 32 km ಎತ್ತರದಲ್ಲಿ ಮತ್ತು b) 16 km ಆಳದಲ್ಲಿ

g ಬೆಲೆಯನ್ನು ಲೆಕ್ಕಿಸಿ.

(ಭೂಮಿಯ ತ್ರಿಜ್ಯ 6400 km)

a) $g^1 = g(1 - 2h/R) = 9.8 \left(1 - \frac{2 \times 32}{6400}\right)$

$= 9.75$ m/s^2

b) $g^1 = g\left(1 - \frac{h}{R}\right) = 9.8 \left(1 - \frac{16}{6400}\right)$

$= 9.78$ m/s^2

a) 32 km ಎತ್ತರದಲ್ಲಿ g ಬೆಲೆ = 9.75 m/s^2

b) 16 km ಆಳದಲ್ಲಿ g ಬೆಲೆ = 9.78 m/s^2

5. ಭೂಮಿಯಿಂದ 400 ಕಿ. ಮೀ. ಎತ್ತರದಲ್ಲಿ ವೃತ್ತಾಕಾರಪಥದಲ್ಲಿರುವ ಕೃತಕ ಉಪಗ್ರಹದ ಆವರ್ತಕಾಲವನ್ನು ಲೆಕ್ಕಿಸಿ.

(ಭೂಮಿಯ ತ್ರಿಜ್ಯ 6400km $g = 9.8\ m/s^2$)

$$t = 2\pi\sqrt{\frac{(r+h)^3}{g R^2}}$$

$$= 2\pi \sqrt{\frac{(6400+400)3}{9.8 \times 10^{-3} \times (6400)^2}} = 5561 \text{ ಸೆ} = 1 \text{ ಗಂ} 32 \text{ ನಿ } 41 \text{ ಸೆ}$$

ಉಪಗ್ರಹದ ಆವರ್ತಕಾಲ 1 ಗಂ 32 ನಿ 41 ಸೆ.

6. ನೀಲ್ ಆರ್ಮ್‌ಸ್ಟ್ರಾಂಗ್ ಚಂದ್ರನಮೇಲಿದ್ದಾಗ ಕಂಡುಹಿಡಿದ ಗುರುತ್ವ ವೇಗೋತ್ಕರ್ಷವು $=1.7 m/s^2$. ಆತನಿಗೆ ಚಂದ್ರನ ತ್ರಿಜ್ಯವು ಭೂಮಿಯ ತ್ರಿಜ್ಯದ 0.27 ಅಷ್ಟಿರುವುದೆಂಬುದು ತಿಳಿದಿತ್ತು. ಆತನ ಲೆಕ್ಕಾಚಾರದ ಪ್ರಕಾರ ಭೂಮಿ ಮತ್ತು ಚಂದ್ರರ ದ್ರವ್ಯರಾಶಿಯ ಪ್ರಮಾಣವೆಷ್ಟು? ($g_e = 9.8 m/s^2$)

ಭೂಮಿಯ ಮೇಲೆ g_e GMe/Re^2 Me = ಭೂಮಿಯ ದ್ರವ್ಯರಾಶಿ

Re = ಭೂಮಿಯ ತ್ರಿಜ್ಯ

ಇದೇ ರೀತಿ $gm = GMm/Rm^2$ Mm = ಚಂದ್ರನ ದ್ರವ್ಯರಾಶಿ

Rm = ಚಂದ್ರನ ತ್ರಿಜ್ಯ

$$\therefore g_e / gm = (Me/Mm)\left(\frac{Rm^2}{Re^2}\right)$$

ಅಥವಾ $$\frac{Me}{Mm} = (ge/gm)\frac{(Re^2)}{Rm^2} = \frac{9.8 \times 1}{1.7 \times 0.27^2} = 79$$

ಭೂಮಿಯ ದ್ರವ್ಯರಾಶಿಯು ಚಂದ್ರನ ದ್ರವ್ಯರಾಶಿಯ 79 ರಷ್ಟಿರುತ್ತದೆ.

7. ಭೂಮಿ ಮತ್ತು ಸೂರ್ಯನಿಗಿರುವ ಸರಾಸರಿ ದೂರವು1.496×10^8 km ಭೂಮಿಯ ಆವರ್ತಕಾಲವು 365.3 ದಿನಗಳು. ಇದೇ ರೀತಿ ಶುಕ್ರಗ್ರಹ ಮತ್ತು ಮಂಗಳ ಗ್ರಹಗಳ ಆವರ್ತಕಾಲಗಳು ಅನುಕ್ರಮವಾಗಿ 224.7 ಮತ್ತು 687 ಭೂದಿನಗಳಾಗಿವೆ. ಈ ಗ್ರಹಗಳಿಗೂ ಸೂರ್ಯನಿಗೂ ಇರುವ ಸರಾಸರಿ ದೂರವನ್ನು ಕಂಡುಹಿಡಿಯಿರಿ. ಇವುಗಳ ಮೇಲೆ ಉಳಿದ ಗ್ರಹಗಳ ಪರಿಣಾಮವನ್ನು ನಿರ್ಲಕ್ಷಿಸಿ.

ಕೆಪ್ಲರನ 3 ನೆಯ ನಿಯಮದ ಪ್ರಕಾರ :

$$T^2 / R^3 = (365.3)^2 / (1.496 \times 10^8)^3 = 3.986 \times 10^{-20}$$

ಆದ್ದರಿಂದ ಶುಕ್ರಗ್ರಹಕ್ಕೆ $T^2 / R^3 = (224.7)^2 / R^3 = 3.986 \times 10^{-20}$

ಇದರಿಂದಾಗಿ $R = 1.082 \times 10^8$ km (ಶುಕ್ರಗ್ರಹದ ದೂರ)

ಹಾಗೆಯೇ, ಮಂಗಳಗ್ರಹಕ್ಕೆ : $(687)^2 / R^3 = 3.986 \times 10^{-20}$

ಮಂಗಳಗ್ರಹದ ದೂರ $R = 2.279 \times 10^8$ km

ಅಭ್ಯಾಸ

ಒಂದು ಅಂಕದ ಪ್ರಶ್ನೆಗಳು

1. ಋತುಗಳುಂಟಾಗಲು ಕಾರಣ ತಿಳಿಸಿ.

2. ಹಗಲು ರಾತ್ರಿಗಳುಂಟಾಗಲು ಕಾರಣವೇನು?

3. ಉಬ್ಬರ - ವಿಳಿತಗಳಿಗೆ ಪ್ರಧಾನ ಕಾರಣವೇನು ?

4. ಕೆಪ್ಲರನ ಎರಡನೆಯ ನಿಯಮವನ್ನು ಚಿತ್ರದಲ್ಲಿ ಗುರುತುಮಾಡಿ

5. ಭೂಸ್ಥಿರ (Geostationary) ಕಕ್ಷೆ ಎಂದರೇನು ?

6. ಭೂಮಿಯ ಗುರುತ್ವಾಕರ್ಷಣೆಯಿಂದ ವಿಮೋಚನೆ ಪಡೆಯಲು ವಸ್ತುವಿನ ವೇಗವೆಷ್ಟಿರಬೇಕು?

ಎರಡು ಅಂಕಗಳ ಪ್ರಶ್ನೆಗಳು

1. ವಿಶ್ವಗುರುತ್ವಾಕರ್ಷಣ ನಿಯಮವನ್ನು ಉಲ್ಲೇಖಿಸಿ, ಗುರುತ್ವ ನಿಯತಾಂಕದ ಆಯಾಮವನ್ನು ಕಂಡುಹಿಡಿಯಿರಿ.

2. ಎತ್ತರಕ್ಕೆ ಹೋದಂತೆ g ಯಲ್ಲಾಗುವ ವ್ಯತ್ಯಾಸವನ್ನು ತಿಳಿಸುವ ಸಮೀಕರಣವನ್ನು ನಿಷ್ಪತ್ತಿಸಿ.

3. ಭೂಮಿಯ ಆಳಕ್ಕಿಳಿದಂತೆ g ಯಲ್ಲಾಗುವ ವ್ಯತ್ಯಾಸವನ್ನು ತಿಳಿಸುವ ಸಮೀಕರಣವನ್ನು ನಿಷ್ಪತ್ತಿಸಿ.

4. ಗ್ರಹಗಳ ಕಕ್ಷಾವೇಗವನ್ನು ತಿಳಿಸುವ ಸಮೀಕರಣವನ್ನು ನಿಷ್ಪತ್ತಿಸಿ.

5. ಕೆಪ್ಲರನ ಮೂರು ನಿಯಮಗಳನ್ನು ತಿಳಿಸಿ.

6. ವಿಮೋಚನಾವೇಗವೆಂದರೇನು? ಭೂಮಿಯ ಮೇಲಿನ ವಸ್ತುಗಳ ವಿಮೋಚನಾ ವೇಗವೆಷ್ಟು?

7. ಭಾರರಾಹಿತ್ಯವೆಂದರೇನು? ಸಂಕ್ಷಿಪ್ತವಾಗಿ ವಿವರಿಸಿ.

ನಾಲ್ಕು ಅಂಕಗಳ ಪ್ರಶ್ನೆಗಳು

1. ವಿಶ್ವಗುರುತ್ವಾಕರ್ಷಣ ನಿಯಮವನ್ನು ವಿವರಿಸಿ. ಗುರುತ್ವವೇಗೋತ್ಕರ್ಷದಲ್ಲಾಗುವ ಬದಲಾವಣೆಗಳನ್ನು ಚರ್ಚಿಸಿ.

2. ಕೆಪ್ಲರನ ನಿಯಮಗಳನ್ನು ಪ್ರತಿಪಾದಿಸಿ, ಚಿತ್ರಸಹಿತ ವಿವರಿಸಿ.

3. ಕಕ್ಷಾವೇಗ ಮತ್ತು ವಿಮೋಚನಾ ವೇಗಗಳನ್ನು ವಿವರಿಸಿ.

ಐದು ಅಂಕಗಳ ಪ್ರಶ್ನೆಗಳು

1. ಕೆಳಗೆ ಕೊಟ್ಟಿರುವ ಮಾಹಿತಿಯಿಂದ ಗುರುತ್ವನಿಯತಾಂಕವನ್ನು ಲೆಕ್ಕಿಸಿ. ಹಾಗೆಯೇ ಭೂಮಿಯ ಸರಾಸರಿ ಸಾಂದ್ರತೆಯನ್ನು ಕಂಡುಹಿಡಿಯಿರಿ.

$Re = 6.4 \times 10^6 m$, $g = 10 m/s^2$, ಭೂಮಿಯ ದ್ರವ್ಯರಾಶಿ $= 5.9 \times 10^{24} kg$

($6.68 \times 10^{-11} Nm^2/kg^2$ $5.47 \times 10^3 kg/m^3$)

2. ಸೂರ್ಯ ಮತ್ತು ಭೂಮಿಗಿರುವ ಸರಾಸರಿ ದೂರವು $1.496 \times 10^{11} m$ ಮತ್ತು G ಯ ಮೌಲ್ಯವು 6.67×10^{-11} SI ಮಾನವಾಗಿದ್ದಾಗ, ಸೂರ್ಯನ ದ್ರವ್ಯರಾಶಿಯನ್ನು ಕಂಡುಹಿಡಿಯಿರಿ. ಒಂದು ವರ್ಷಕ್ಕೆ 365 ದಿನಗಳೆಂದು ಪರಿಗಣಿಸಿ.

3. ಭೂಮಿಯ ಕೃತಕ ಉಪಗ್ರಹದ ಕಕ್ಷಾವೇಗ 7.92 km/s ಆಗಿದ್ದಲ್ಲಿ ; i) ಅದರ ಆವರ್ತಕಾಲ ಮತ್ತು ii) ಭೂಮೇಲ್ಮೈಯಿಂದ ಅದಿರುವ ಎತ್ತರವನ್ನು ಲೆಕ್ಕಿಸಿ. (ಭೂತ್ರಿಜ್ಯ 6370 km, $g = 9.8 m/s^2$, g ಮೇಲೆ ಆಗುವ ವಿವಿಧ ಪರಿಣಾಮಗಳನ್ನು ಪರಿಗಣಿಸಬೇಡಿ) (1 ಗಂ, 24 ನಿ, 39 ಸೆ, 30km)

4. ಚಂದ್ರನ ದ್ರವ್ಯರಾಶಿ ಮತ್ತು ವ್ಯಾಸಗಳಿಗೆ ಹೋಲಿಸಿದಾಗ ಭೂಮಿಯ ದ್ರವ್ಯರಾಶಿ ಮತ್ತು ವ್ಯಾಸಗಳು ಅನುಕ್ರಮವಾಗಿ 10 ಪಟ್ಟು ಮತ್ತು 5 ಪಟ್ಟು ಇದ್ದಲ್ಲಿ, ಭೂಮಿ ಮತ್ತು ಚಂದ್ರನ ಮೇಲ್ಮೈಗಳಲ್ಲಿ ವಸ್ತುವೊಂದರ ತೂಕಗಳನ್ನು ಹೋಲಿಸಿ. (4:1)

5. ಚಂದ್ರನನ್ನು ಒಂದು ಗೋಳವೆಂದು ಪರಿಗಣಿಸಿ ಅದರ ಮೇಲಿನ ವಿಮೋಚನಾವೇಗವನ್ನು ಕಂಡುಹಿಡಿಯಿರಿ. ($G = 6.67 \times 10^{-11}$ SI ಮಾನ $R_m = 1.74 \times 10^6 m$, $m = 7.34 \times 10^{22} kg$) ಚಂದ್ರನಲ್ಲಿ ವಾತಾವರಣ ಇಲ್ಲದ್ದಕ್ಕೆ ನಿಮ್ಮ ಉತ್ತರದಿಂದ ಏನಾದರೂ ಕಾರಣ ಸಿಕ್ಕಬಹುದೆ? (2.38km/s)

6. ಉಪಗ್ರಹವೊಂದು ಭೂಮಿಯಿಂದ 250km ಎತ್ತರದಲ್ಲಿ ವೃತ್ತಾಕಾರದ ಕಕ್ಷೆಯಲ್ಲಿ ಸುತ್ತುತ್ತಿದೆ. ಅದರ ಕಕ್ಷಾವೇಗ ಮತ್ತು ಆವರ್ತಕಾಲಗಳನ್ನು ಕಂಡುಹಿಡಿಯಿರಿ.

(ಭೂತ್ರಿಜ್ಯ $6.38 \times 10^6 m$, $g = 9.8 m/s^2$) (7.76 km/s, 1 ಗಂ, 29.5 ನಿ)

2.6 ಜಡವಸ್ತುವಿನ ಭ್ರಮಣಚಲನೆ

ಒಂದು ವಸ್ತುವಿನ ಮೇಲೆ ಏಕಾಭಿಮುಖಬಲ ಪ್ರಯೋಗವಾದಾಗ ಅದರಮೇಲಾಗುವ ಪರಿಣಾಮಗಳನ್ನು ಈ ಹಿಂದೆ ತಿಳಿಸಲಾಗಿದೆ. ಬಾಗಿಲನ್ನು ತೆಗೆಯುವಾಗ ಮತ್ತು ಮುಚ್ಚುವಾಗ ಪ್ರಯೋಗಿಸುವ ಬಲದ ಪ್ರಮಾಣವು ಬಾಗಿಲಿನ ಕೀಲುಗಳಿಗೆ ಸಂಬಂಧಿಸಿದಂತೆ ಬದಲಾಗುವುದು ಅನುಭವವೇದ್ಯ. ಕೀಲುಗಳಿಗೆ ಹತ್ತಿರ ಒತ್ತುವಾಗ ಹೆಚ್ಚು ಬಲವೂ ಕೀಲಿನಿಂದ ದೂರಕ್ಕೆ ಸರಿದಂತೆ ಕಡಿಮೆ ಬಲವೂ ಅಗತ್ಯವಾಗುತ್ತದೆ. ಈ ಉದಾಹರಣೆಯಿಂದ ವಸ್ತುವಿನ ಸುತ್ತುವಿಕೆ ಅಥವಾ **ಭ್ರಮಣವು** ಅದನ್ನು ಯಾವುದಾದರೊಂದು ಬಿಂದು ಅಥವಾ ಅಕ್ಷದ ಸುತ್ತ ಸುತ್ತಿಸಲು ಬೇಕಾಗುವ ಬಲದ ಪರಿಣಾಮವು ಎರಡು ಅಂಶಗಳನ್ನು ಅವಲಂಬಿಸಿರುವುದು ತಿಳಿಯುತ್ತದೆ. ಮೊದಲನೆಯದಾಗಿ ಆ ಬಲದ ಪ್ರಮಾಣ; ಎರಡನೆಯದಾಗಿ ಅಕ್ಷದಿಂದ ಬಲದ ಪ್ರಯೋಗರೇಖೆಯ ದೂರ. ಒಂದು ವಸ್ತುವು ರೇಖಾ ಚಲನೆಯಲ್ಲಿದ್ದಾಗ ಮತ್ತು ಸುತ್ತುತ್ತಿರುವಾಗ ಅದರಲ್ಲಿನ ಕಣಗಳು ಸಾಪೇಕ್ಷವಾಗಿ ತಮ್ಮ ಸ್ಥಾನಗಳನ್ನು ಕಾಯ್ದುಕೊಂಡಲ್ಲಿ ಆ ವಸ್ತುವನ್ನು **ಜಡವಸ್ತು** (Rigid body) ಎನ್ನಲಾಗುತ್ತದೆ. ಈ ರೀತಿಯ ವಸ್ತುವಿಗೆ ದೃಢವಸ್ತು, ಅದಮ್ಯಕಾಯ ಎಂದೂ ಕೆಲವು ಕಡೆ ಕರೆಯಲಾಗುತ್ತದೆ. ವಸ್ತುವು ಸುತ್ತುತ್ತಿರುವಾಗ ಅದರಲ್ಲಿನ ಒಂದು ಬಿಂದು ಅಥವಾ ಅನೇಕ ಬಿಂದುಗಳನ್ನು ಸೇರಿಸಿದ ರೇಖೆಯು ನಿಶ್ಚಲವಾಗಿರುತ್ತದೆ. ಈ ರೇಖೆಗೆ ಅಕ್ಷವೆಂದು ಹೆಸರು. ವಸ್ತುವು ಭ್ರಮಣ ಸ್ಥಿತಿಯಲ್ಲಿರುವಾಗ ಅಕ್ಷಕ್ಕೆ ಲಂಬವಾದ ರೇಖೆಯು ಉಂಟುಮಾಡುವ ಕೋನವನ್ನು ಕೋನೀಯ ಸ್ಥಾನಾಂತರ (Angular displacement) ವೆಂದು ಕರೆಯಲಾಗುತ್ತದೆ. ಇದನ್ನು ಗ್ರೀಕ್ ಅಕ್ಷರ θ ದಿಂದ ಸೂಚಿಸಲಾಗುತ್ತದೆ.

$$\text{ಕೋನೀಯವೇಗ} \quad \omega = \frac{\text{ಕೋನೀಯ ಸ್ಥಾನಾಂತರ}}{\text{ಕಾಲ}} = \theta / t$$

ಕೋನೀಯ ಸ್ಥಾನಾಂತರವನ್ನು ರೇಡಿಯನ್ ಮಾನದಲ್ಲಿ ಅಳೆಯಲಾಗುತ್ತದೆ.

$1 \text{ ರೇಡಿಯನ್} = 57.3^0$

ಭ್ರಮಣ ಸ್ಥಿತಿಯಲ್ಲಿರುವ ಜಡಕಾಯವು ಸಮಕಾಲದಲ್ಲಿ ಸಮಕೋನವನ್ನು ಸುತ್ತಿದಾಗ ಕೋನೀಯವೇಗ (Angular velocity) ವನ್ನು **ಸಮಕೋನೀಯವೇಗ** ವೆನ್ನಲಾಗುತ್ತದೆ. ಕೋನೀಯವೇಗವು ಬದಲಾಗುತ್ತಿದ್ದರೆ ಜಡವಸ್ತುವು ಕೋನೀಯ ವೇಗೋತ್ಕರ್ಷವನ್ನು ಪಡೆಯುತ್ತದೆ.

$\text{ಕೋನೀಯವೇಗೋತ್ಕರ್ಷ} \ \alpha = \omega / t$

ಜಡವಸ್ತುವು ಸುತ್ತುತ್ತಿರುವಾಗ, ರೇಖಾಚಲನೆಯಲ್ಲಿ ನಿಷ್ಪತ್ತಿಸಿದ ಸಮೀಕರಣಗಳಂತೆ ಇಲ್ಲಿಯೂ ಬರೆಯಬಹುದು.

(i) $\omega_f = \omega_i + \alpha t$

(ii) $\theta = \omega_i t + \frac{1}{2} \alpha t^2$

(iii) $\omega_f^2 = \omega_i^2 + 2 \alpha \theta$

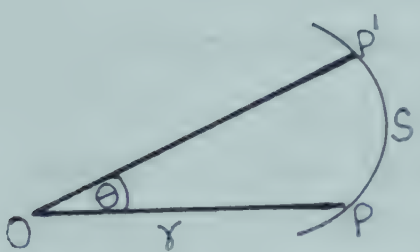
ಇಲ್ಲಿ ω_i ಅಂದರೆ ಪ್ರಾರಂಭಿಕ ಕೋನೀಯವೇಗ ; $t = 0$ ಇದ್ದಾಗ ಮತ್ತು ω_f ಅಂದರೆ t ಸಮಯದ ಕೊನೆಯಲ್ಲಿನ ವೇಗವಾಗಿರುತ್ತವೆ.

$\theta = t$ ಸಮಯದಲ್ಲಿ ಕ್ರಮಿಸಿದ ಕೋನೀಯ ಸ್ಥಾನಾಂತರ ಮತ್ತು

$\alpha =$ ಸಮಕೋನೀಯ ವೇಗೋತ್ಕರ್ಷ.

ಜಡವಸ್ತುವಿನ ಕಣ ಚಲನೆ

ಸುತ್ತುತ್ತಿರುವ ಜಡವಸ್ತುವಿನಲ್ಲಿನ ಒಂದು ಕಣವು ಅಕ್ಷದಿಂದ r ದೂರದಲ್ಲಿದ್ದು, ಅದು ವಸ್ತುವು θ ಕೋನದಷ್ಟು ಸುತ್ತಿದಾಗ S ದೂರದ ಚಾಪ(arc) ವನ್ನು ನಿರ್ಮಿಸಲಿ.



ಚಿತ್ರ 2.6.1

ಚಿತ್ರ 2.6.1 ರಲ್ಲಿ $PP^1 = S$ ಮತ್ತು $POP^1 = \theta$

$S = r\ \theta$

ಕೋನೀಯ ಸ್ಥಾನಾಂತರವು t ಸಮಯದಲ್ಲಾದಾಗ

$S/t = r\,\theta / t$

ಅಥವಾ $v = r\omega$

ಇದೇ ರೀತಿ $a = r\,\alpha$

ಒಂದು ಜಡವಸ್ತುವು ಒಮ್ಮೆ ಒಂದು ಸಂಪೂರ್ಣ ಸುತ್ತುಸುತ್ತಲು ತೆಗೆದುಕೊಳ್ಳುವ ಕಾಲಾವಧಿಗೆ **ಅವಧಿ** (t) ಅಥವಾ ಆವರ್ತಕಾಲ ಎಂದು ಹೆಸರು. ಒಂದು ಸೆಕೆಂಡಿನಲ್ಲಿ ವಸ್ತುವು ಪೂರ್ತಿಗೊಳಿಸುವ ಸುತ್ತುಗಳಿಗೆ **ಆವರ್ತಸಂಖ್ಯೆ** (n) ಎಂದು ಹೆಸರು. ಈ ವ್ಯಾಖ್ಯೆಯಿಂದಾಗಿ $T = 1/n$ ಆಗುತ್ತದೆ.

ಜಡತಾ ಮಹತ್ವ (Moment of Inertia)

ರೇಖಾ ಚಲನೆಯಲ್ಲಿ ವಸ್ತುವಿನ ಜಡತ್ವ (Inertia) ವನ್ನು ಅದರ ದ್ರವ್ಯರಾಶಿಯಿಂದ ಅಳೆಯಲಾಗುತ್ತದೆ. ವಸ್ತುವಿನಲ್ಲಿ ವೇಗೋತ್ಕರ್ಷವನ್ನುಂಟುಮಾಡಲು ಆರೋಪಿಸುವ ಬಲದ ಪ್ರಮಾಣವು ಅದರ ಜಡತ್ವವನ್ನವಲಂಬಿಸಿರುತ್ತದೆ. ಇಂತಹದೇ ಪರಿಣಾಮ ವಸ್ತುವು ತನ್ನ ಅಕ್ಷದಮೇಲೆ ಗಿರಿಕಿಹೊಡೆಯುವಾಗಲೂ ಆಗುತ್ತದೆ. ಕೋನೀಯ ವೇಗೋತ್ಕರ್ಷವನ್ನುಂಟುಮಾಡಲು ಭ್ರಾಮ್ಯಬಲ (Torque) ಬೇಕಾಗುತ್ತದೆ.

ಚಿತ್ರ 2.6.1 ರಲ್ಲಿರುವಂತೆ m ದ್ರವ್ಯರಾಶಿಯ ಕಣವು θ ಕೋನವನ್ನು r ತ್ರಿಜ್ಯದ ವೃತ್ತದಲ್ಲಿ ಚಲಿಸಿದಾಗ $a = r\alpha$. ಅದರೆ ಮೇಲೆ ಆರೋಪಿತವಾದ ಬಲವು f ಆಗಿದ್ದಲ್ಲಿ $f = ma$ ಅಕ್ಷಕ್ಕೆ ಸಂಬಂಧಿಸಿದ ಭ್ರಾಮ್ಯಬಲ $= fr = (ma)\,r = m\,(r\,\alpha)\,r = mr^2\,\alpha$

ಸುತ್ತುತ್ತಿರುವ ಒಟ್ಟು ಜಡವಸ್ತುವಿಗೆ ಸಂಬಂಧಿಸಿದ ಒಟ್ಟು ಭ್ರಾಮ್ಯಬಲ $= (\sum mr^2)\theta$ ಇದನ್ನು $f = ma$ ಗೆ ಹೋಲಿಸಿದಾಗ $\sum mr^2$ ಸುತ್ತುತ್ತಿರುವ ವಸ್ತುವಿನ ಜಡತ್ವವನ್ನು ಸೂಚಿಸುತ್ತದೆ. ಇದನ್ನು **ಜಡಾತಾಮಹತ್ವ** ಅಥವ ಜಡತಾಭ್ರಾಮ್ಯತೆ ಎಂದು ಕರೆಯಲಾಗುತ್ತದೆ. ಸಾಮಾನ್ಯವಾಗಿ I ಎಂಬ ಸಂಕೇತದಿಂದ ಇದನ್ನು ಸೂಚಿಸಲಾಗುತ್ತದೆ.

$$\therefore I = \sum mr^2$$

ಇಲ್ಲಿ m ಪ್ರತಿಕಣದ ದ್ರವ್ಯರಾಶಿಯನ್ನು ಸೂಚಿಸಿದರೆ r ಅಕ್ಷದಿಂದ ಅದರ ಲಂಬದೂರವನ್ನು ಸೂಚಿಸುತ್ತದೆ.

ಒಂದು ಜಡಕಾಯದಲ್ಲಿನ ಪ್ರತಿಯೊಂದು ಕಣದ ದ್ರವ್ಯರಾಶಿ ಮತ್ತು ಅಕ್ಷದಿಂದ ಅವುಗಳ ಲಂಬ ದೂರದ ವರ್ಗಗಳನ್ನು ಗುಣಿಸಿದಾಗ ಬರುವ ಮೊತ್ತಕ್ಕೆ ಜಡತಾಮಹತ್ವವೆಂದು ಹೆಸರು.

$I = \sum mr^2$ ಉಕ್ತಿಯಿಂದ ಅದು ಜಡವಸ್ತುವಿನ ದ್ರವ್ಯರಾಶಿ ಮತ್ತು ಅಕ್ಷಕ್ಕೆ ಸಂಬಂಧಿಸಿದಂತೆ ದ್ರವ್ಯರಾಶಿಯು ವಿತರಣೆಗೊಂಡಿರುವ ರೀತಿಯನ್ನು ಅವಲಂಬಿಸಿರುವುದು ತಿಳಿಯುತ್ತದೆ. ದ್ರವ್ಯರಾಶಿಯ ವಿತರಣೆಯು ವಸ್ತುವಿನ ಗಾತ್ರ ಮತ್ತು ಆಕಾರಗಳಿಂದ ನಿರ್ಧಾರವಾಗುತ್ತದೆ. SI ಮಾನದಲ್ಲಿ ಜಡತಾಮಹತ್ವವನ್ನು $kg\text{–}m^2$ ಗಳಲ್ಲಿ ಅಳೆಯಲಾಗುತ್ತದೆ. ಅದರ ಆಯಾಮವನ್ನು (ML^2T^0) ಎಂದು ಬರೆಯಬಹುದು.

ಸುತ್ತುತ್ತಿರುವ ಜಡವಸ್ತುವಿನ ಒಟ್ಟು ದ್ರವ್ಯರಾಶಿಯು ಅಕ್ಷದಿಂದ K ಲಂಬದೂರದಲ್ಲಿ ಕೇಂದ್ರೀಕೃತವಾಗಿದೆಯೆಂದು ಊಹಿಸಿಕೊಂಡರೆ, $I = MK^2$ ಎಂದು ಬರೆಯಬಹುದು. ಇದರಲ್ಲಿ M ವಸ್ತುವಿನ ಒಟ್ಟು ದ್ರವ್ಯರಾಶಿಯೂ ಮತ್ತು K ಚಕ್ರಾವರ್ತನ ತ್ರಿಜ್ಯ (Radius of gyration) ವೂ ಆಗಿರುತ್ತದೆ.

ಒಂದು ಕಾಯದ ಜಡತಾಮಹತ್ವವನ್ನು ಒಂದು ನಿರ್ದಿಷ್ಟ ಅಕ್ಷಕ್ಕೆ ಸಂಬಂಧಿಸಿದಂತೆ ಪಡೆಯಲು ಆ ಅಕ್ಷದಿಂದ ಯಾವ ಒಂದು ನಿರ್ದಿಷ್ಟದೂರದಲ್ಲಿ ಕಾಯದ ಇಡೀ ದ್ರವ್ಯರಾಶಿಯು ಕೇಂದ್ರೀಕೃತವಾಗಿದೆಯೆಂದು ಭಾವಿಸಲಾಗುತ್ತದೆಯೋ ಆ ದೂರಕ್ಕೆ ಚಕ್ರಾವರ್ತನತ್ರಿಜ್ಯವೆಂದು ಹೆಸರು.

ಕೆಲವು ವಸ್ತುಗಳು ಸುತ್ತುವಾಗಿನ ಜಡತಾ ಮಹತ್ವವನ್ನು ಪಟ್ಟಿಯಲ್ಲಿ ತೋರಿಸಿದೆ.

ವಸ್ತು	ಅಕ್ಷ	I
L ಉದ್ದದ ಏಕಪ್ರಕಾರದ ದಂಡ	ಉದ್ದಕ್ಕೆ ಲಂಬವಾಗಿ ಗುರುತ್ವಕೇಂದ್ರದಲ್ಲಿ ಹಾಯುವಾಗ	$ML^2/12$
L ಮತ್ತು B ಪಾರ್ಶ್ವಹೊಂದಿದ ಆಯತಾಕೃತಿಯ ತೆಳುಹಲಗೆ	ಸಮತಲಕ್ಕೆ ಲಂಬವಾಗಿ ಗುರುತ್ವಕೇಂದ್ರದಲ್ಲಿ ಹಾಯುವಾಗ	$\frac{M(L^2 + B^2)}{12}$
r ತ್ರಿಜ್ಯದ ವೃತ್ತಾಕೃತಿಯ ತೆಳುಹಲಗೆ	— do —	$Mr^2/2$
— do —	ವ್ಯಾಸದ ಮೂಲಕ ಹಾಯುವಾಗ	$Mr^2/4$

ಭ್ರಮಣಸ್ಥಿತಿಯಲ್ಲಿನ ಚಲನಶಕ್ತಿ – ಒಂದು ವಸ್ತುವು ಸಮಕೋನೀಯವೇಗದಲ್ಲಿ ಸುತ್ತುತ್ತಿರುವಾಗ, ಅಕ್ಷದಿಂದ r ದೂರದಲ್ಲಿರುವ m ದ್ರವ್ಯರಾಶಿಯ ಕಣವ ರೇಖೀಯ ವೇಗವು, $v = r\omega$ (ω = ಕೋನೀಯವೇಗ)

ರೇಖೀಯ ಚಲನ ಶಕ್ತಿ = $\frac{1}{2} mv^2 = \frac{1}{2} mr^2 \omega^2$

ಸುತ್ತುತ್ತಿರುವ ವಸ್ತುವಿನ ಒಟ್ಟು ಚಲನಶಕ್ತಿ $= \sum \frac{1}{2} mr^2 \omega^2 = \frac{1}{2} (\sum mr^2) \omega^2$

$= \frac{1}{2} I \omega^2$

ಭ್ರಮಣ ಚಲನಶಕ್ತಿಯು ಜಡಾತಾಮಹತ್ವವನ್ನವಲಂಬಿಸಿದೆ.

ಕೋನೀಯ ಚಲನಪರಿಮಾಣ (angular momentum)

ರೇಖೀಯ ಚಲನಪರಿಮಾಣವು ವಸ್ತುವಿನ ದ್ರವ್ಯರಾಶಿ ಮತ್ತು ವೇಗಗಳ ಗುಣಲಬ್ಧವಾಗಿದ್ದಂತೆ, ಕೋನೀಯ ಚಲನಪರಿಮಾಣವು ವಸ್ತುವಿನ ಜಡತಾಮಹತ್ವ ಮತ್ತು ಕೋನೀಯ ವೇಗಗಳ ಗುಣಲಬ್ಧವಾಗಿರುತ್ತದೆ.

ಕೋನೀಯ ಚಲನಪರಿಮಾಣ $= I\omega$

ಶಕ್ತಿ ನಿತ್ಯತ್ವದಂತೆ ಕೋನೀಯ ಚಲನಪರಿಮಾಣವೂ ನಿತ್ಯತ್ವ ನಿಯಮಕ್ಕೆ ಒಳಪಟ್ಟಿದೆ. ಗ್ರಹಗಳ ಚಲನೆಯನ್ನು ತಿಳಿಸುವ ಕೆಪ್ಲರನ ನಿಯಮಗಳು ನಿತ್ಯತ್ವ ನಿಯಮಾನುಸಾರ ರೂಪುಗೊಂಡ ನಿಯಮಗಳಾಗಿವೆ. ಗಿರಿಕಿ ಹೊಡೆಯುತ್ತಿರುವ ಬ್ಯಾಲೆ ನರ್ತಕಿ ಹೊರಚಾಚಿದ ತನ್ನ ತೋಳುಗಳನ್ನು ಮಡಿಸಿದ ಕೂಡಲೇ ಆಕೆಯ ಕೋನೀಯವೇಗವು ಜಾಸ್ತಿಯಾಗಲು ನಿತ್ಯತ್ವನಿಯಮವೇ ಕಾರಣ.

ಚಲನೆಯ ಅಭ್ಯಾಸದಲ್ಲಿ ರೇಖೀಯ ಚಲನೆಗೂ, ಭ್ರಮಣ ಚಲನೆಗೂ ಇರುವ ಹೋಲಿಕೆಗಳನ್ನು ಗಮನಿಸಿದನಂತರ ಅವುಗಳಿಗಿರುವ ಸಾದೃಶ್ಯವನ್ನು ಪಟ್ಟಿಮಾಡಬಹುದು.

ರೇಖೀಯ ಚಲನೆ	ಕೋನೀಯ ಅಥವಾ ಭ್ರಮಣ ಚಲನೆ
ದೂರ = S	ಕೋನ = θ
ವೇಗ $v = s/t$	ಕೋನಿಯವೇಗ $\omega = \theta / t$
ವೇಗೋತ್ಕರ್ಷ $a = v/t$	ಕೋನೀಯ ವೇಗೋತ್ಕರ್ಷ $\alpha = \omega / t$
ದ್ರವ್ಯರಾಶಿ = m	ಜಡತಾಮಹತ್ವ = I
ಚಲನಪರಿಮಾಣ = mv	ಕೋನೀಯ ಚಲನಪರಿಮಾಣ $= I\omega$
ಬಲ $f = ma$	ಟಾರ್ಕ್ ಅಥವಾ ಭ್ರಾಮಕ $= I\alpha$
ಕೆಲಸ $w = fs$	ಕೆಲಸ $= C\theta$
ಚಲನಶಕ್ತಿ $= \frac{1}{2} mv^2$	ಚಲನಶಕ್ತಿ $= \frac{1}{2} I\omega^2$

ಉದಾಹರಣೆಗಳು

1. ಒಂದು ಚಕ್ರವು ನಿಮಿಷಕ್ಕೆ 600 ಸುತ್ತು ಸುತ್ತುವ ವೇಗವನ್ನು ಪಡೆಯುತ್ತದೆ. ಹಾಗಿದ್ದಲ್ಲಿ ಅದರ ಕೋನೀಯ ವೇಗೋತ್ಕರ್ಷವೆಷ್ಟು ?

ಒಂದು ಸೆಕೆಂಡಿನಲ್ಲಿ ಅದು ಸುತ್ತುವ ಸಂಖ್ಯೆ = 600 / 60 = 10

ಕೋನೀಯವೇಗ $\omega = 2\pi / T = 2\pi n = 2\pi \times 10 = 20\pi$ rad/s

ಕೋನೀಯ ವೇಗೋತ್ಕರ್ಷ $20\pi / 60 = \pi / 3$ rad/s^2

2. 2000kg ದ್ರವ್ಯರಾಶಿ ಮತ್ತು 3m ತ್ರಿಜ್ಯದ ಚಕ್ರವು ನಿಮಿಷಕ್ಕೆ 240 ಬಾರಿ ಸುತ್ತುತ್ತಿದ್ದಾಗಿನ ಚಲನಶಕ್ತಿಯನ್ನು ಕಂಡುಹಿಡಿಯಿರಿ.

M = 2000kg R = 3m and n = 240 rpm = 4 rps

$I = MR^2/2$, $\omega = 2\pi / T$

ಚಲನಶಕ್ತಿ $= \frac{1}{2} I\omega^2 = \frac{2000 \times 3^2 \times (2\pi \times 4)^2}{2 \times 2} = 2.84 \times 10^6$ J

3. ನಿಮಿಷಕ್ಕೆ 240 ಸುತ್ತು ಸುತ್ತುತ್ತಿರುವ ಮತ್ತು 25 N – m^2 ಜಡತಾಮಹತ್ವವುಳ್ಳ ಚಕ್ರದ ವೇಗವು ನಿಮಿಷಕ್ಕೆ120 ಸುತ್ತಿನಷ್ಟು ಕಡಿಮೆಯಾಗಿದೆ. ಅದು ಬಿಟ್ಟುಕೊಟ್ಟ ಶಕ್ತಿ ಎಷ್ಟು ?

ಪ್ರಾರಂಭದ ಚಲನಶಕ್ತಿ $= \frac{1}{2} I\omega_1^2$ $\left(\omega_1 = \frac{240}{60} \times 2\pi\right)$

ಅಂತಿಮ ಚಲನಶಕ್ತಿ $= \frac{1}{2} I\omega_2^2$ $\left(\omega_2 = \frac{120}{60} \times 2\pi\right)$

ಅದು ಬಿಟ್ಟುಕೊಟ್ಟಶಕ್ತಿ $= \frac{1}{2} I (\omega_1^2 - \omega_2^2) = 5.921 \times 10^3$ J

ಅಭ್ಯಾಸ

ಒಂದು ಅಂಕದ ಪ್ರಶ್ನೆಗಳು

1. ರೇಖೀಯ ವೇಗೋತ್ಕರ್ಷಕ್ಕೂ ಕೋನೀಯ ವೇಗೋತ್ಕರ್ಷಕ್ಕೂ ಸಂಬಂಧಸೂಚಕ ಗಣಿತೋಕ್ತಿಯನ್ನು ಬರೆಯಿರಿ.

2. ಒಂದು ವಸ್ತುವು ವೃತ್ತಾಕಾರ ಪಥದಲ್ಲಿ ಒಮ್ಮೆ ಸುತ್ತಿ ಬಂದಾಗ ಆದ ಕೆಲಸವೆಷ್ಟು ?

3 . 9×10^{-31} kg ದ್ರವ್ಯರಾಶಿಯ ಇಲೆಕ್ಟ್ರಾನ್ 0.1m ತ್ರಿಜ್ಯದ ವೃತ್ತಾಕಾರ ಪಥದಲ್ಲಿ 4×10^{-10} N ಕೇಂದ್ರಾಕರ್ಷಕ ಬಲದ ಸಹಾಯದಿಂದ ಸುತ್ತಿದರೆ ಅದರ ಕೋನೀಯ ವೇಗವೆಷ್ಟು?

4 . ಗಡಿಯಾರದ ನಿಮಿಷ ಸೂಚಕ ಮುಳ್ಳಿನ ಕೋನೀಯವೇಗವೆಷ್ಟು?

5 . ಸುತ್ತುತ್ತಿರುವ ವಸ್ತುವಿನ ಜಡತಾಮಹತ್ವವು ಇದ್ದಕ್ಕಿದ್ದಂತೆ ಕಡಿಮೆಯಾದಾಗ ಕೋನೀಯವೇಗದಲ್ಲಿ ಯಾವ ರೀತಿಯ ಬದಲಾವಣೆಯಾಗುತ್ತದೆ?

ಎರಡು ಅಂಕಗಳ ಪ್ರಶ್ನೆಗಳು

1 . ಕೋನೀಯವೇಗವೆಂದರೇನು? ರೇಖೀಯವೇಗಕ್ಕೂ ಕೋನೀಯವೇಗಕ್ಕೂ ಸಂಬಂಧ ಕಲ್ಪಿಸಿ.

2 . ಸುತ್ತುತ್ತಿರುವ ಜಡವಸ್ತುವಿನ ಚಲನಶಕ್ತಿಗೆ ಗಣಿತೋಕ್ತಿಯನ್ನು ನಿಷ್ಪತ್ತಿಸಿ.

ನಾಲ್ಕು ಅಂಕಗಳ ಪ್ರಶ್ನೆಗಳು

1 . ಜಡತಾಮಹತ್ವ ಮತ್ತು ಚಕ್ರಾವರ್ತನ ತ್ರಿಜ್ಯಗಳನ್ನು ವಿವರಿಸಿ. ಜಡತಾಮಹತ್ವಕ್ಕೂ ದ್ರವ್ಯರಾಶಿಗೂ, ಚಲನೆಗೆ ಸಬಂಧಿಸಿದಂತೆ, ಸಾಮ್ಯವನ್ನು ವಿವರಿಸಿ.

2 . ಕೋನೀಯ ಚಲನ ಪರಿಮಾಣವೆಂದರೇನು? ಎರಡು ಉದಾಹರಣೆಗಳ ಸಹಿತವಾಗಿ ವಿವರಿಸಿ.

3 . ರೇಖಾಚಲನೆಯನ್ನು ವಿವರಿಸುವ ಸಮೀಕರಣಗಳಿಗೆ ಅನುಗುಣವಾದ ಕೋನೀಯ ಸಮೀಕರಣಗಳನ್ನು ಬರೆದು ಯಾವುದಾದರೊಂದನ್ನು ನಿಷ್ಪತ್ತಿಸಿ.

ಐದು ಅಂಕಗಳ ಪ್ರಶ್ನೆಗಳು

1 . ಗಡಿಯಾರದಲ್ಲಿ ಗಂಟೆ, ನಿಮಿಷ ಮತ್ತು ಸೆಕೆಂಡುಗಳನ್ನು ಸೂಚಿಸುವ ಮೂರು ಮುಳ್ಳುಗಳ ಕೋನೀಯ ವೇಗವೆಷ್ಟು?

(1.45×10^{-4} rad/s; 1.74×10^{-3} rad/s; 0.105 rad/s)

2 . ಸೂರ್ಯನ ಸುತ್ತ ಸುತ್ತುವ ಭೂಮಿಯ ಕೋನೀಯವೇಗವೆಷ್ಟು?

(1.99×10^{-7} rad/s)

3 . 2.5kg ದ್ರವ್ಯರಾಶಿಯ ಮತ್ತು 160m ವ್ಯಾಸದ ಚಕ್ರವು ನಿಮಿಷಕ್ಕೆ 250 ಸುತ್ತುಸುತ್ತುತ್ತದೆ. ಅದರ ಚಲನಶಕ್ತಿಎಷ್ಟು? (5.49J)

4 . ಒಬ್ಬ ಬ್ಯಾಲೆ ನರ್ತಕಿಯು ತೋಳುಗಳನ್ನು ಹೊರಕ್ಕೆ ಚಾಚಿಕೊಂಡು

ಪ್ರತಿಸೆಕೆಂಡಿಗೆ ಒಂದು ಬಾರಿ ಕ್ಷಿತಿಜಕ್ಕೆ ಲಂಬವಾದ ಅಕ್ಷದಲ್ಲಿ ಸುತ್ತುತ್ತಿದ್ದಾಳೆ. ಕೈಗಳನ್ನು ಮಡಿಚಿಕೊಂಡಾಗ ಆಕೆಯ ಜಡತಾಮಹತ್ವವು ಶೇಕಡಾ 50 ರಷ್ಟು ಕಡಿಮೆಯಾದಲ್ಲಿ ಆಕೆ ಸುತ್ತುವ ಕೋನೀಯ ವೇಗವೆಷ್ಟು? (ಸೆಕೆಂಡಿಗೆ 2 ಸಾರಿ)

5. ಒಂದು ಕಣವು 2m ತ್ರಿಜ್ಯದ ವೃತ್ತಾಕಾರದ ಕಕ್ಷೆಯಲ್ಲಿ ಸೆಕೆಂಡಿಗೆ 4 ಸಾರಿ ಸುತ್ತುತ್ತಿರುವಾಗಿನ (i) ರೇಖೀಯವೇಗ (ii) ವೇಗೋತ್ಕರ್ಷ (iii) ಕೋನೀಯವೇಗಗಳನ್ನು ಕಂಡುಹಿಡಿಯಿರಿ. (50.3 m/s ; 1263 m/s ^{2}; 8π rad/sec)

2.7 ಸ್ಥಿತಿಸ್ಥಾಪಕತ್ವ (Elasticity)

ದಿನನಿತ್ಯದ ಜೀವನದಲ್ಲಿ ಹಲವಾರು ವಸ್ತುಗಳ ಮೇಲೆ ಬಲಗಳನ್ನು ಪ್ರಯೋಗಿಸುವ ಸಂದರ್ಭ ಬರುತ್ತದೆ. ಇಂತಹ ಸಂದರ್ಭಗಳಲ್ಲಿ ಆ ವಸ್ತುಗಳ ಆಕಾರ ಮತ್ತು ಗಾತ್ರ ಬದಲಾಗುತ್ತದೆ. ಆ ವಸ್ತುಗಳ ಮೇಲೆ ಹಾಕಿದ ಬಲಗಳನ್ನು ತೆಗೆದಾಕ್ಷಣ ಅದರಲ್ಲಿ ಕೆಲವು ತಮ್ಮ ಮೊದಲಿನ ಸ್ಥಿತಿಗೆ ಮರಳುತ್ತವೆ. ಆದರೆ ಕೆಲವು ವಸ್ತುಗಳು ತಮ್ಮ ಆಕಾರ ಮತ್ತು ಗಾತ್ರಗಳನ್ನು ಶಾಶ್ವತವಾಗಿ ಬದಲಾಯಿಸಿಕೊಳ್ಳುತ್ತವೆ. ಉದಾಹರಣೆಗೆ, ಒಂದು ರಬ್ಬರ್ ತುಂಡನ್ನು ಸ್ವಲ್ಪ ಜಗ್ಗಿದಾಗ ಅದರ ಉದ್ದದಲ್ಲಿ ಹೆಚ್ಚಳವಾಗುತ್ತದೆ. ಕೈಬಿಟ್ಟ ಕೂಡಲೇ ಅದು ತನ್ನ ಮೊದಲಿನ ಆಕಾರ ಮತ್ತು ಉದ್ದವನ್ನು ಹೊಂದುತ್ತದೆ. ಉಕ್ಕಿನ ಒಂದು ಸ್ಪ್ರಿಂಗನ್ನು ಸ್ವಲ್ಪ ಎಳೆದಾಗ ಅದು ಹಿಗ್ಗುತ್ತದೆ, ಎಳೆಯುವುದನ್ನು ಬಿಟ್ಟ ತಕ್ಷಣ ಅದು ತನ್ನ ಮೂಲ ಸ್ಥಿತಿಗೆ ಮರಳುತ್ತದೆ. ಒಂದು ಕಟ್ಟಿಗೆಯ ತುಂಡಿನ ಒಂದೊಂದು ತುದಿಯನ್ನು ಒಂದೊಂದು ಕೈಯಲ್ಲಿ ಹಿಡಿದು ಸ್ವಲ್ಪ ಬಗ್ಗಿಸಿ ಕೈಬಿಟ್ಟ ಕೂಡಲೇ ಅದು ತನ್ನ ಮೊದಲಿನ ಸ್ಥಿತಿಯನ್ನು ಹೊಂದುತ್ತದೆ. ಒಟ್ಟಿನಲ್ಲಿ, ವಸ್ತುಗಳ ಮೇಲೆ ಹಾಕಿದ ಬಲಗಳು ಒಂದು ಮಿತಿಯ ಒಳಗೆ ಇದ್ದಾಗ, ಆ ಬಲಗಳನ್ನು ತೆಗೆದುಹಾಕಿದ ತಕ್ಷಣ ವಸ್ತುಗಳು ತಮ್ಮ ವಿರೂಪ ಸ್ಥಿತಿಯಿಂದ ಸಹಜ ಸ್ಥಿತಿಗೆ ಮರಳುತ್ತವೆ. ವಸ್ತುಗಳ ಈ ಸ್ವಭಾವಕ್ಕೆ **ಸ್ಥಿತಿಸ್ಥಾಪಕತ್ವ** ಎನ್ನಲಾಗುತ್ತದೆ.

ವಸ್ತುಗಳನ್ನು ವಿರೂಪಗೊಳಿಸುವ ಬಲಗಳನ್ನು ಅವುಗಳ ಮೇಲಿಂದ ತೆಗೆದು ಹಾಕಿದಾಗ ಆ ವಸ್ತುಗಳು ಪುನಃ ತಮ್ಮ ಮೊದಲಿನ ಆಕಾರ ಮತ್ತು ಗಾತ್ರಗಳನ್ನು ಹೊಂದುವ ಗುಣಲಕ್ಷಣಕ್ಕೆ ಸ್ಥಿತಿಸ್ಥಾಪಕತ್ವ ಎಂದು ಹೆಸರು.

ವಿರೂಪಗೊಳಿಸುವ ಬಲಗಳ ಪ್ರಭಾವದಲ್ಲಿ ವಸ್ತುಗಳು ಹೇಗೆ ನಡೆದುಕೊಳ್ಳುತ್ತವೆ ಎನ್ನುವುದೇ ಸ್ಥಿತಿಸ್ಥಾಪಕತ್ವ ಅಧ್ಯಯನದ ಮೂಲ ಉದ್ದೇಶ.

ಸ್ಥಿತಿಸ್ಥಾಪಕತ್ವ ದೃಷ್ಟಿಯಿಂದ ವಸ್ತುಗಳನ್ನು ನಾವು ಮುಖ್ಯವಾಗಿ ಎರಡು ಗುಂಪುಗಳಾಗಿ ವಿಂಗಡಿಸಬಹುದು :

(i) ಪರಿಪೂರ್ಣ ಸ್ಥಿತಿಸ್ಥಾಪಕ ವಸ್ತುಗಳು (perfectly elastic bodies) ಮತ್ತು

(ii) ಪರಿಪೂರ್ಣ ನಮ್ಯ ವಸ್ತುಗಳು (Perfectily plastic bodies)

ಪರಿಪೂರ್ಣ ಸ್ಥಿತಿಸ್ಥಾಪಕ ವಸ್ತುಗಳು

ತಮ್ಮ ಮೇಲಿನ ವಿರೂಪಗೊಳಿಸುವ ಬಲಗಳನ್ನು ತೆಗದುಹಾಕಿದ ತಕ್ಷಣ ತಮ್ಮ ಮೊದಲಿನ ಆಕಾರ ಮತ್ತು ಗಾತ್ರಗಳನ್ನು ಪೂರ್ತಿಯಾಗಿ ಹೊಂದುವ ವಸ್ತುಗಳಿಗೆ ಪರಿಪೂರ್ಣ ಸ್ಥಿತಿಸ್ಥಾಪಕ ವಸ್ತುಗಳೆಂದು ಹೆಸರು.

ಉದಾಹರಣೆಗೆ, ಉಕ್ಕಿನ ಗುಂಡು, ರಬ್ಬರ್, ಉಕ್ಕಿನ ಸ್ಪ್ರಿಂಗು, ಇವೆಲ್ಲ ಪರಿಪೂರ್ಣ ಸ್ಥಿತಿಸ್ಥಾಪಕ ವಸ್ತುಗಳು.

ಪರಿಪೂರ್ಣ ನಮ್ಯ ವಸ್ತುಗಳು

ತಮ್ಮ ಮೇಲಿನ ವಿರೂಪಗೊಳಿಸುವ ಬಲಗಳನ್ನು ತೆಗೆದು ಹಾಕಿದಾಗಲೂ ತಮ್ಮ ಮೊದಲಿನ ಸಹಜ ಸ್ಥಿತಿಗೆ ಮರಳಲಾಗದ ವಸ್ತುಗಳಿಗೆ ಪರಿಪೂರ್ಣ ನಮ್ಯ ವಸ್ತುಗಳೆನ್ನುವರು.

ಉದಾಹರಣೆಗೆ, ಸೀಸದ ಗುಂಡು, ಹಸಿಮಣ್ಣಿನ ತುಂಡು, ಡಾಂಬರು ಇತ್ಯಾದಿಗಳು ಪರಿಪೂರ್ಣ ನಮ್ಯ ವಸ್ತುಗಳು.

ಆದರೆ ವಾಸ್ತವವಾಗಿ ಯಾವ ವಸ್ತುವೂ ಪರಿಪೂರ್ಣ ಸ್ಥಿತಿಸ್ಥಾಪಕವಾಗಲೀ ಪರಿಪೂರ್ಣ ನಮ್ಯವಾಗಲೀ ಇರಲಾರದು. ಅವುಗಳ ನಡತೆಗಳು ಅವುಗಳ ಮೇಲೆ ಅನ್ವಯಿಸಿದ ಬಲದ ಪ್ರಮಾಣದ ಮೇಲೆ ಅವಲಂಬಿಸಿರುತ್ತವೆ.

ಪೀಡನ (stress) ಮತ್ತು ವಿಕೃತಿ (strain)

ಯಾವುದಾದರೂ ಒಂದು ಕಾಯದ ಮೇಲೆ ಒಂದು ಅಥವಾ ಅನೇಕ ಬಲಗಳನ್ನು ಆರೋಪಿಸಿ ಅದನ್ನು ವಿರೂಪಗೊಳಿಸಲು ಪ್ರಯತ್ನಿಸಿದರೆ, ಆ ಕಾಯದಲ್ಲಿ ಆಂತರಿಕ ಬಲಗಳು ಉತ್ಪನ್ನವಾಗಿ ಅದನ್ನು ವಿರೂಪಗೊಳಿಸುವ ಬಲಗಳಿಗೆ ವಿರುದ್ಧವಾಗಿ ವರ್ತಿಸುತ್ತವೆ. ಹೀಗೆ ಆ ಕಾಯದಲ್ಲಿ ಆಂತರಿಕವಾಗಿ ಉತ್ಪನ್ನವಾದ ಬಲಗಳು ಆ ಕಾಯವನ್ನು ಮೊದಲಿನ ಸ್ಥಿತಿಗೆ ತರಲು ಪ್ರಯತ್ನಿಸುತ್ತವೆ. ಸಮತೋಲ ಸ್ಥಿತಿಯಲ್ಲಿ ಈ ಅಂತರಿಕ ಬಲಗಳು ಬಾಹ್ಯದಲ್ಲಿ ಪ್ರಯೋಗಿಸಿದ ಬಲಕ್ಕೆ ಸಮವಾಗಿರುತ್ತವೆ. ಆದ್ದರಿಂದ, ಆ ಕಾಯದ ಅಡ್ಡಛೇದಕ್ಕೆ (cross-section) ಲಂಬವಾಗಿ ಪ್ರತಿ ಏಕಮಾನ ವಿಸ್ತೀರ್ಣದ ಮೇಲೆ ಆರೋಪಿತವಾದ ಬಲಕ್ಕೆ ಸಮನಾದ ಪ್ರತಿಬಲಕ್ಕೆ **ಪೀಡನ** ಎನ್ನಲಾಗುತ್ತದೆ.

$$\text{ಪೀಡನ} = \frac{\text{ಅನ್ವಯಿಸಲಾದ ಬಲ}}{\text{ಅಡ್ಡ ಛೇದಕ ವಿಸ್ತೀರ್ಣ}}$$

$$= \frac{F}{A}$$

ಇಲ್ಲಿ F, ಅಡ್ಡಛೇದಕ್ಕೆ ಲಂಬವಾಗಿ ಅನ್ವಯಿಸಲಾದ ಬಲ

ಮತ್ತು A, ಅಡ್ಡಛೇದಕ ವಿಸ್ತೀರ್ಣ

SI ಮಾನದಲ್ಲಿ ಪೀಡನದ ಏಕಮಾನ Nm^{-2} (ಈ ದೃಷ್ಟಿಯಲ್ಲಿ ಪೀಡನವು ಒತ್ತಡಕ್ಕೆ [pressure] ಸಮ).

ಪೀಡನದ ಆಯಾಮ; $[ML^{-1}T^{-2}]$

ವಿಕೃತಿ - ಒಂದು ಕಾಯದ ಮೇಲೆ ಬಲವನ್ನು ಅನ್ವಯಿಸಿದಾಗ, ಆ ಕಾಯದ ಆಕಾರ ಮತ್ತು ಗಾತ್ರದಲ್ಲಿ ವ್ಯತ್ಯಾಸವುಂಟಾಗುತ್ತದೆ. ಪ್ರತಿ ಮೂಲ ಆಯಾಮದಲ್ಲಿ ಉಂಟಾಗುವ ಬದಲಾವಣೆಗೆ ವಿಕೃತಿ ಎಂದು ಹೆಸರು.

$$\text{ವಿಕೃತಿ} = \frac{\text{ಆಯಾಮದಲ್ಲಿನ ಬದಲಾವಣೆ}}{\text{ಪ್ರಾರಂಭದಲ್ಲಿನ ಆಯಾಮದ ಬೆಲೆ}}$$

ವಿಕೃತಿಯು ಎರಡು ಏಕರೀತಿಯ ಭೌತಿಕ ಪರಿಮಾಣಗಳ ಪ್ರಮಾಣ (ratio) ವಾದ್ದರಿಂದ ಅದಕ್ಕೆ ಯಾವ ಏಕಮಾನವಾಗಲೀ ಅಥವಾ ಆಯಾಮವಾಗಲೀ ಇರುವುದಿಲ್ಲ. ಅದು ಆಯಾಮ ರಹಿತ ಭೌತಿಕ ಪರಿಮಾಣವಾಗಿದೆ.

ವಿಕೃತಿಯ ಮೂರು ವಿಧಗಳು :

(i) ಅನುನೀಳ ವಿಕೃತಿ (Longitudinal strain) $= \frac{\text{ಉದ್ದದಲ್ಲಿ ಬದಲಾವಣೆ}}{\text{ಮೂಲದ ಉದ್ದ}}$

(ii) ಗಾತ್ರ ವಿಕೃತಿ (volume strain) $= \frac{\text{ಗಾತ್ರದಲ್ಲಿ ಬದಲಾವಣೆ}}{\text{ಮೂಲದ ಗಾತ್ರ}}$

(iii) ವಪನ ವಿಕೃತಿ (shearing strain) ವಸ್ತುವಿನ ಮೇಲೆ ವಿರೂಪಕ ಒತ್ತಡ ಹೇರಿದಾಗ ಅದರ ಗಾತ್ರದಲ್ಲಿ ಬದಲಾವಣೆಯಾಗದೆ ಕೇವಲ ಆಕಾರದಲ್ಲಿ ಮಾತ್ರ ಬದಲಾವಣೆಯಾದಾಗ ವಪನ ವಿಕೃತಿ ಎನ್ನಲಾಗುತ್ತದೆ.

ಹುಕ್‌ನ ನಿಯಮ (Hooke's Law)

ರಾಬರ್ಟ್ ಹುಕ್ { (Robert Hooke (1635-1703) } ಇಂಗ್ಲೆಂಡ್ ದೇಶದ ಭೌತ ವಿಜ್ಞಾನಿ. 1678 ರಲ್ಲಿ ಈ ನಿಯಮವನ್ನು ಕಂಡುಹಿಡಿದನು.

ಹುಕ್ ನಿಯಮ : **ಸ್ಥಿತಿಸ್ಥಾಪಕ ಮಿತಿಯಲ್ಲಿ ಒಂದು ಕಾಯದ ಮೇಲೆ ಕಾರ್ಯಮಾಡುವ ಪೀಡನವು ಆ ಕಾಯದಲ್ಲಿ ಉಂಟಾಗುವ ವಿಕೃತಿಗೆ ಯಾವಾಗಲೂ ಅನುಪಾತೀಯವಾಗಿರುತ್ತದೆ.**

ಅಂದರೆ, ಸ್ಥಿತಿಸ್ಥಾಪಕ ಮಿತಿಯಲ್ಲಿ,

ಪೀಡನ $\propto$ ವಿಕೃತಿ

ಅಥವಾ ಪೀಡನ = K ವಿಕೃತಿ

ಇಲ್ಲಿ K ಅನುಪಾತೀಯ ಸ್ಥಿರಾಂಕವಾಗಿರುತ್ತದೆ. ಇದಕ್ಕೆ ಸ್ಥಿತಿಸ್ಥಾಪಕ ಮಾಪಾಂಕ (Modules of Elasticity) ಎನ್ನಲಾಗುತ್ತದೆ. ಹುಕ್ ನಿಯಮವು ಸ್ಥಿತಿಸ್ಥಾಪಕ ಮಿತಿಯಾಚೆ ಅನ್ವಯವಾಗುವುದಿಲ್ಲ ಎಂಬುದು ಸ್ಪಷ್ಟ.

ಪೀಡನ ಮತ್ತು ವಿಕೃತಿಗಳನ್ನು ಒಂದು ನಕ್ಷೆಯಲ್ಲಿ ಗುರುತಿಸಿದಾಗ, ಆ ನಕ್ಷೆಯು ಉಗಮ ಬಿಂದುವಿನಲ್ಲಿ ಹಾದು ಹೋಗುವ ಸರಳರೇಖೆಯಾಗಿರುತ್ತದೆ. ನಕ್ಷೆಯಿಂದ ಸ್ಥಿತಿಸ್ಥಾಪಕ ಮಾಪಾಂಕವನ್ನು ಕಂಡುಹಿಡಿಯಬಹುದು. ಸ್ಥಿತಿಸ್ಥಾಪಕ ಮಿತಿ ದಾಟಿದನಂತರ ನಕ್ಷೆಯು ಸರಳರೇಖೆಯಾಗಿರುವುದಿಲ್ಲ.

ಹುಕ್ ನಿಯಮದ ಪ್ರಕಾರ

K = ಪೀಡನ / ವಿಕೃತಿ

ಬೇರೆ ಬೇರೆ ರೀತಿಯ ವಿಕೃತಿಗಳಿಗೆ ಸಂಬಂಧಿಸಿದ ಹಾಗೆ K ಸ್ಥಿರಮಾಪಾಂಕಕ್ಕೆ ಬೇರೆ ಬೇರೆ ಹೆಸರುಗಳಿವೆ.

(i) ಅನುನೀಳ ವಿಕೃತಿಯಾದಾಗ K ಗೆ **ಯಂಗ್ ಮಾಪಾಂಕ** ವೆಂದು ಹೆಸರು.

(ii) ಗಾತ್ರದಲ್ಲಿ ವಿಕೃತಿಯಾದಾಗ K ಗೆ **ಗಾತ್ರಮಾಪಾಂಕ** (Bulk modulus) ಎಂದು ಹೆಸರು.

(iii) ವಪನ ವಿಕೃತಿಯಾದಾಗ K ಗೆ ಧೃಡತಾಮಾಪಾಂಕ (Modulus of Rigidity) ಎಂದು ಹೆಸರು.

ಈ ಎಲ್ಲಾ ಮಾಪಾಂಕಗಳ ಏಕಮಾನವು Nm^{-2} ಆಗಿರುತ್ತದೆ.

ತಂತು ವಾದ್ಯಗಳಲ್ಲಿನ ತಂತಿಗಳು, ಕವಣೆ (catapult), ತೂಕವನ್ನು ನೇತುಹಾಕಿರುವ ಒಂದು ತಂತಿ, ಚಾಚುತೊಲೆ (Cantilever) ಮುಂತಾದ ಉಪಕರಣಗಳಲ್ಲಿ ಅನುನೀಳ ಒತ್ತಡ ಅಥವ ಪೀಡನದಿಂದಾಗಿ ವಿಕೃತಿಯಾಗುತ್ತದೆ. ಇದೇ ರೀತಿ ಮೇಜಿನ ನಾಲ್ಕುಕಾಲುಗಳ ಮೇಲೆ, ಅನುನೀಳ ಒತ್ತಡ ಬೀಳುತ್ತಿರುತ್ತದೆ. ವಪನ ವಿಕೃತಿಯಂತೂ ಅತ್ಯಂತ ಸಾಮಾನ್ಯ ಪರಿಣಾಮ. ಎರಡು ಘನವಸ್ತುಗಳು ಒಂದನ್ನೊಂದು ಉಜ್ಜಿದಾಗ, ಶಬ್ದದ ಅಲೆಗಳು ಒಂದು ಮಾಧ್ಯಮದಲ್ಲಿ ಪ್ರವಹಿಸಿದಾಗ ಅವುಗಳ ಆಕಾರದಲ್ಲಾಗುವ ಬದಲಾವಣೆ ಅದರಿಂದಾಗುವ ಪರಿಣಾಮಗಳು ಅಭ್ಯಾಸಯೋಗ್ಯವಾಗಿವೆ. ಇವುಗಳ ಅಭ್ಯಾಸದಿಂದಾಗಿ ಯಾವುದಾದರೂ ವಸ್ತುವನ್ನು (ಮನೆಕಟ್ಟಲು, ತಿರುಗುವ ಯಂತ್ರಗಳಲ್ಲಿ ಇತ್ಯಾದಿ) ಉಪಯೋಗಿಸುವಾಗ ಅದು ಸ್ಥಿತಿಸ್ಥಾಪಕ ಮಿತಿಯನ್ನು ದಾಟದಿರುವಷ್ಟು ಮಾತ್ರ ಭಾರಹೇರಬೇಕು.

ಯಂಗ್ ಮಾಪಾಂಕ (Young's modulus)



ಚಿತ್ರ 2.7.1

ಸಿಲಿಂಡರಿನಾಕಾರಾದ ಒಂದು ಸಲಾಕೆಯನ್ನಾಗಲೀ ಅಥವಾ ತಂತಿಯನ್ನಾಗಲೀ ಒಂದು ಸ್ಥಿರವಾದ ತೊಲೆಗೆ A ಎಂಬ ಸ್ಥಾನದಲ್ಲಿ ದೃಢವಾಗಿ ಅಳವಡಿಸಬೇಕು. ಅದರ ಮೂಲ ಉದ್ದ AB=L ಇದನ್ನು ಸ್ಕೇಲಿನಿಂದ ಅಳೆಯಬೇಕು. ತಂತಿಯ ಮುಕ್ತತುದಿ B ಯಲ್ಲಿ ಭಾರವನ್ನು ಹಾಕಬೇಕು. ಈ ಭಾರ F = mg ಆಗಿರಲಿ. ಒಂದು ಮೈಕ್ರೋಮೀಟರ್ ಸ್ಕ್ರೂ ಸಹಾಯದಿಂದ ಆ ತಂತಿಯ ತ್ರಿಜ್ಯ r ಅನ್ನು ಅಳೆಯಬೇಕು. ಆಗ, ಆ ತಂತಿಯ ಅಡ್ಡಛೇದದ ವಿಸ್ತೀರ್ಣ $A = \pi r^2$. ಭಾರವನ್ನು B ಸ್ಥಾನದಲ್ಲಿ ಹಾಕಿದಾಗ ತಂತಿಯ ಉದ್ದದಲ್ಲಿ ಹೆಚ್ಚಳ ಕಂಡುಬರುತ್ತದೆ. ಹೆಚ್ಚಳವನ್ನು ವರ್ನಿಯರ್ ಸ್ಕೇಲ್ ಸಹಾಯದಿಂದ ಅಳೆಯಬೇಕು ಈ ಹೆಚ್ಚಳವು ℓ ಆಗಿರಲಿ. ಆಗ, ಯಂಗ್ ಮಾಪಾಂಕವನ್ನು ಸೂತ್ರ

$$Y = \frac{F/A}{\ell / L} = \frac{F}{\pi r^2} \times \frac{L}{\ell} = \frac{mg}{\pi r^2} \times \frac{L}{\ell} \ Nm^{-2}$$

ಉಪಯೋಗಿಸಿ ಅಳೆಯಬಹುದು.

ಪ್ರಶ್ನೆಗಳು

1. ಸ್ಥಿತಿಸ್ಥಾಪಕತ್ವಕ್ಕೆ ಸಂಬಂಧಿಸಿದಂತೆ 'ಪೀಡನ' ಮತ್ತು 'ವಿಕೃತಿ'ಗಳನ್ನು ವ್ಯಾಖ್ಯಾನಿಸಿ. ಇವೆರಡರ ಸಂಬಂಧವನ್ನು ತಿಳಿಸಿ.

2. ಹುಕ್‌ನ ನಿಯಮವನ್ನು ನಿರೂಪಿಸಿ. ಸ್ಥಿತಿಸ್ಥಾಪಕ ಮಾಪಾಂಕಗಳನ್ನು ಹೆಸರಿಸಿ.

3. ಎಳೆತಕ್ಕೆ ಸಂಬಂಧಿಸಿದಂತೆ ಯಂಗ್‌ನ ಮಾಪಾಂಕವನ್ನು ಗಣಿತೋಕ್ತಿಯೊಡನೆ ವಿವರಿಸಿ.

4. ಯಂಗ್‌ನ ಮಾಪಾಂಕಕ್ಕೆ ವ್ಯಾಖ್ಯೆಯನ್ನು ಕೊಡಿ. ಇದರ ಆಯಾಮವನ್ನು ವಿವರಣೆಯೊಡನೆ ತಿಳಿಸಿ.

2.8 ಸರಳಸಂಗತ ಚಲನೆ (Simple Harmonic motion)

ಪ್ರಕೃತಿಯಲ್ಲಿನ ಅನೇಕ ಚಲನೆಗಳು ಆವರ್ತನೀಯ (Periodic) ಆಗಿವೆ. ಸರಳಲೋಲಕದ ಆಂದೋಲನ, ಶ್ರುತಿಕವೆ (Tuning fork)ಯ ಕಂಪನ, ಸ್ಪ್ರಿಂಗಿಗೆ ನೇತುಹಾಕಿದ ಒಂದು ಕಾಯದ ಊರ್ಧ್ವ ಚಲನೆ; ಇವೆಲ್ಲಾ ಆವರ್ತನೀಯ ಚಲನೆಗೆ

ಉದಾಹರಣೆಗಳಾಗಿವೆ. ನಾಡಿಬಡಿತ, ಗ್ರಹಗಳ ಚಲನೆಗಳು ಕೂಡ ಆವರ್ತನೀಯ ಚಲನೆಗಳೇ ಆಗಿವೆ. ಹೀಗಿದ್ದರೂ ಕೂಡ ಗಡಿಯಾರದ ಮುಳ್ಳು ಮತ್ತು ಕೈಗಡಿಯಾರದಲ್ಲಿನ ಸಮತೋಲನ ಚಕ್ರ (Balance wheel)ದ ಚಲನೆಗಳು ಆವರ್ತನೀಯವಾಗಿದ್ದಾಗ್ಯೂ ಒಂದೇ ರೀತಿಯದ್ದಲ್ಲ. ಗಡಿಯಾರದ ಮುಳ್ಳಿನ ಚಲನೆ ಒಂದೇ ದಿಕ್ಕಿನಲ್ಲಿದ್ದು ಅದನ್ನು ಆವರ್ತನೀಯ (rotational) ಎಂದು ಕರೆದರೆ ಇನ್ನೊಂದು ಹಿಂದಕ್ಕೂ ಮುಂದಕ್ಕೂ ಓಲಾಡುವ ಆಂದೋಲನ (Oscillatory). ಒಂದು ನಿರ್ದಿಷ್ಟ ಸೂತ್ರಕ್ಕೆ ಒಳಪಟ್ಟ ಆಂದೋಲನ ಚಲನೆಗೆ ಸರಳ ಸಂಗತ ಚಲನೆ ಎಂದು ಹೆಸರು.

ಆಂದೋಲನ ಚಲನೆಯಲ್ಲಿರುವ ಒಂದು ಕಣದ ವೇಗೋತ್ಕರ್ಷವು ತನ್ನ ಪಥದಲ್ಲಿನ ಒಂದು ನಿರ್ದಿಷ್ಟ ಬಿಂದುವಿನಿಂದ ಆ ಕ್ಷಣದಲ್ಲಿ ತಾನಿರುವ ದೂರಕ್ಕೆ ಸರಳಾನುಪಾತದಲ್ಲಿದ್ದು ಯಾವಾಗಲೂ ಆ ಬಿಂದುವಿನೆಡೆಗೆ ನಿರ್ದೇಶಿತವಾಗಿದ್ದರೆ ಅದಕ್ಕೆ ಸರಳಸಂಗತ ಚಲನೆ ಎನ್ನಲಾಗುತ್ತದೆ.

ಸರಳಸಂಗತ ಚಲನೆಯ ಲಕ್ಷಣಗಳು

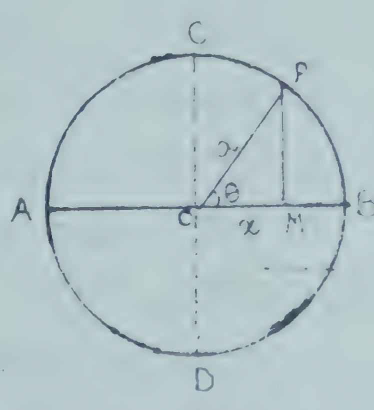
(i) ಚಲನೆಯು ಯಾವಾಗಲೂ ಆಂದೋಲನೀಯವಾಗಿದ್ದು, ಕಣವು ತನ್ನ ಸರಾಸರಿ ಸ್ಥಾನದಿಂದ ಹಿಂದಕ್ಕೂ ಮುಂದಕ್ಕೂ ಚಲಿಸುತ್ತಿರುತ್ತದೆ.

(ii) ಯಾವುದೇ ಕ್ಷಣದಲ್ಲಿ ಕಣದ ವೇಗೋತ್ಕರ್ಷವು ನಿರ್ದಿಷ್ಟ ಬಿಂದುವಿನಿಂದ ತಾನಿರುವ ದೂರಕ್ಕೆ ಸರಳಾನುಪಾತದಲ್ಲಿದ್ದು ಯಾವಾಗಲೂ ಆ ಬಿಂದುವಿನೆಡೆಗೆ ನಿರ್ದೇಶಿತವಾಗಿರುತ್ತದೆ.

(iii) ಸರಳಸಂಗತ ಚಲನೆಯ ಅವಧಿಯು (Period) ಯಾವಾಗಲೂ ಪಾರ (amplitude) ದಿಂದ ಸ್ವತಂತ್ರವಾಗಿರುತ್ತದೆ.

ಸರಳಸಂಗತ ಚಲನೆಯ ಸಮೀಕರಣ

ಏಕರೂಪ ವೃತ್ತೀಯ ಚಲನೆಯಲ್ಲಿರುವ ಕಣದ ಸ್ಥಾನದಿಂದ ವೃತ್ತದ ವ್ಯಾಸಕ್ಕೆ ಎಳೆಯುವ ಲಂಬತಳದ ಚಲನೆಯು ಸರಳಸಂಗತ ಚಲನೆಯಾಗಿರುತ್ತದೆ. ಚಿತ್ರದಲ್ಲಿ a ತ್ರಿಜ್ಯದ ವೃತ್ತದಲ್ಲಿ P ಎಂಬ ಕಣವು ವೃತ್ತದ ಕೇಂದ್ರವಾದ O ಗೆ ಸಂಬಂಧಿಸಿದ ಹಾಗೆ ω ಕೋನೀಯವೇಗದಿಂದ ಚಲಿಸುತ್ತಿದೆ. AB ವ್ಯಾಸಕ್ಕೆ PM ಲಂಬವಾಗಿ ಎಳೆದಿದೆ. P ಚಲಿಸಿದಂತೆಲ್ಲಾ M ಕೂಡ AB ವ್ಯಾಸದ ಮೇಲೆ ಹಿಂದಕ್ಕೂ ಮುಂದಕ್ಕೂ ಆಂದೋಲನವಾಗುತ್ತದೆ. P ಒಂದು ಸುತ್ತು ಬರುವ ವೇಳೆಗೆ M ಒಂದು ಬಾರಿ ಹಿಂದಕ್ಕೂ ಮುಂದಕ್ಕೂ ಚಲಿಸಿರುತ್ತದೆ. M, ವೃತ್ತದ ವ್ಯಾಸದ ಮೇಲೆ, O ನಿಂದ B ಗೆ ಚಲಿಸಿದಾಗ



ಚಿತ್ರ 2.8.1

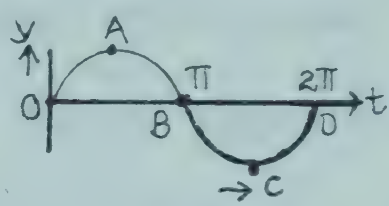
ಸ್ಥಾನಾಂತರವು ಶೂನ್ಯದಿಂದ ಗರಿಷ್ಠಪ್ರಮಾಣವನ್ನು ಮುಟ್ಟಿರುತ್ತದೆ. ಹೀಗಾಗಿ B ನಲ್ಲಿ ವೇಗೋತ್ಕರ್ಷವು ಗರಿಷ್ಠವಾಗಿರುತ್ತದೆ. O ಬಿಂದುವಿನಲ್ಲಿ ವೇಗೋತ್ಕರ್ಷವು ಶೂನ್ಯವಾಗಿರುತ್ತದೆ. ಹೀಗಾಗಿ ಸ್ಥಾನಾಂತರವು ವೇಗೋತ್ಕರ್ಷಕ್ಕೆ ಸರಳಾನುಪಾತವಾಗಿದ್ದು, ಕೇಂದ್ರಬಿಂದುವಿನ ಕಡೆಗೇ ನಿರ್ದೇಶಿತವಾಗಿರುತ್ತದೆ.

ಕೋನೀಯವೇಗ $\omega = \theta/t$ ಅಥವಾ $\theta = \omega t$

ΔPOM ನಿಂದ ; $\sin \theta = OM/OP$ ಅಥವಾ $OM = OP \sin \theta$

ಸ್ಥಾನಾಂತರವು x ಆಗಿದ್ದಲ್ಲಿ $OM = x$ $\therefore x = a \sin \omega t$ ಇದೇ ರೀತಿ CD ವ್ಯಾಸವನ್ನು ಗಮನಿಸಿದಾಗ $y = a \sin \omega t$ ಎಂದೂ ಬರೆಯಬಹುದು. ಇದನ್ನು ಸರಳಸಂಗತ ಸಮೀಕರಣವೆಂದು ಕರೆಯಲಾಗುತ್ತದೆ. ಇದನ್ನು ಚಿತ್ರ 2.8.2 ರಲ್ಲಿ ತೋರಿಸಿದೆ.

ಸ್ಥಾನಾಂತರ (x)– ಸರಾಸರಿ ಸ್ಥಾನದಿಂದ ಚಲಿಸುತ್ತಿರುವ ವಸ್ತುವಿನ ದೂರ ಗರಿಷ್ಠ ಸ್ಥಾನಾಂತರಕ್ಕೆ ಪಾರ (amplitude) ಅಥವಾ ಕಂಪನ ವಿಸ್ತಾರ ಎಂದು ಹೆಸರು. ಇದು ತ್ರಿಜ್ಯ a ಗೆ ಸಮನಾಗಿರುತ್ತದೆ.



ಚಿತ್ರ 2.8.2

ಆವರ್ತನಕಾಲ (T)– ಒಂದು ಸಂಪೂರ್ಣ ಆಂದೋಲನಕ್ಕೆ ಬೇಕಾಗುವ ಕಾಲ. ಚಿತ್ರ 2.8.1 ರಲ್ಲಿ O ನಿಂದ B, B ನಿಂದ A ಮತ್ತು A ನಿಂದ O ಗೆ ಬರಲು ಬೇಕಾದ ಕಾಲ.

ಆವರ್ತನ ಸಂಖ್ಯೆ(n)– ಒಂದು ಸೆಕೆಂಡಿನಲ್ಲಿ ಪೂರ್ತಿ ಮಾಡಿದ ಆಂದೋಲನಗಳ ಸಂಖ್ಯೆ $n = 1/T$

ಅಭ್ಯಾಸ

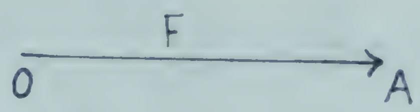
1. ಆವರ್ತಚಲನೆಯೆಂದರೇನು? ವಿವರಿಸಿ.
2. ಸರಳಸಂಗತ ಚಲನೆಯ ಲಕ್ಷಣಗಳನ್ನು ವಿವರಿಸಿ.
3. ಸರಳಸಂಗತ ಚಲನೆಗೆ ವ್ಯಾಖ್ಯೆಯನ್ನು ಕೊಡಿ.
4. ಉದಾಹರಣೆಗಳೊಂದಿಗೆ ಸರಳಸಂಗತ ಚಲನೆಯನ್ನು ವಿವರಿಸಿ.
5. 'ಪಾರ ' ಅಥವಾ 'ಕಂಪನ ವಿಸ್ತಾರ', 'ಆವರ್ತನ ಕಾಲ' ಮತ್ತು 'ಆವರ್ತನ ಸಂಖ್ಯೆ' ಇವುಗಳನ್ನು ವಿವರಿಸಿ.
6. ಸರಳಸಂಗತ ಚಲನೆಗೆ ಸಮೀಕರಣವನ್ನು ನಿಷ್ಪತ್ತಿಸಿ.
7. ಪ್ರತಿಯೊಂದು ಆವರ್ತ ಚಲನೆಯೂ ಸರಳಸಂಗತ ಚಲನೆಯಾಗಿರಲೇಬೇಕಿಲ್ಲ. ಸಮರ್ಥಿಸಿ.
8. ಪ್ರತಿಯೊಂದು ಸರಳಸಂಗತ ಚಲನೆಯೂ ಆವರ್ತಚಲನೆಯಾಗಿರುತ್ತದೆ. ಆದರೆ ಪ್ರತಿಯೊಂದು ಆವರ್ತಚಲನೆಯೂ ಸರಳಸಂಗತ ಚಲನೆಯಾಗಿರಬೇಕಿಲ್ಲ. ಸಮರ್ಥಿಸಿ.

ಸ್ಥಾಯಿ ಪ್ರಕರಣ

3.1 ಏಕಸಮತಲ ಸಂಪಾತಬಲಗಳು

ವಸ್ತುವಿನ ಮೇಲೆ ಬಲಪ್ರಯೋಗವಾದಾಗ ಅದು ವೇಗೋತ್ಕರ್ಷ ಹೊಂದುವುದನ್ನು ಈ ಹಿಂದೆ ವಿವರಿಸಲಾಗಿದೆ. ಕೆಲ ಸಂದರ್ಭಗಳಲ್ಲಿ ಅನೇಕ ಬಲಗಳನ್ನು ವಸ್ತುವೊಂದರ ಮೇಲೆ ಪ್ರಯೋಗಿಸಿದಾಗಲೂ ಅದು ನಿಶ್ಚಲ ಸ್ಥಿತಿಯಲ್ಲಿರುವುದನ್ನು ಕಾಣಬಹುದು. ಇದನ್ನು ಬಲಗಳ ಸಮತೋಲ ಸ್ಥಿತಿಯ ನಿಯಮಗಳನ್ನು ಅನ್ವಯಿಸಿ ವಿವರಿಸಬಹುದು.

ಬಲದ ಸದಿಶ ಚಿತ್ರ - ಬಲದ ಪ್ರಮಾಣ, ದಿಕ್ಕು ಮತ್ತು ಅದು ಆರೋಪಿತವಾದ ಬಿಂದುಗಳನ್ನು ಚಿತ್ರ 3.1.1 ರಲ್ಲಿ ತೋರಿಸಲಾಗಿದೆ. ಪ್ರಾರಂಭ ಬಿಂದುವಾದ **O**, ಬಲ ಆರೋಪಿತವಾದ ಸ್ಥಾನವನ್ನೂ, **OA** ಬಲದ ಪ್ರಮಾಣವನ್ನೂ ಮತ್ತು ಬಾಣದ ಗುರುತು ಬಲದ ದಿಕ್ಕನ್ನೂ ಸೂಚಿಸುತ್ತವೆ.



ಚಿತ್ರ 3.1.1

ಏಕಸಮತಲದಲ್ಲಿ ಒಂದು ಬಿಂದುವಿನಲ್ಲಿ ಅನೇಕ ಬಲಗಳು ಆರೋಪಿತವಾದಾಗ ಅವುಗಳನ್ನು ಏಕಸಮತಲ ಸಂಪಾತಬಲಗಳು ಎಂದು ಕರೆಯಲಾಗುತ್ತದೆ. ಈ ಎಲ್ಲಾ ಬಲಗಳಿಂದುಂಟಾಗಬಹುದಾದಷ್ಟೆ ಪರಿಣಾಮವನ್ನು ಕೊಡಬಲ್ಲ ಏಕಬಲಕ್ಕೆ **ಫಲಿತಬಲ** ಎಂದು ಹೆಸರು. ಫಲಿತಬಲಕ್ಕೆ ಸಮನಾಗಿದ್ದು, ಅದರ ವಿರುದ್ಧ ದಿಕ್ಕಿನಲ್ಲಿ ವರ್ತಿಸಿ, ವಸ್ತುವನ್ನು ಸ್ಥಾಯಿಸ್ಥಿತಿಗೆ ತರಬಲ್ಲ ಬಲಕ್ಕೆ **ಸಮತೋಲಕ** ಎಂದು ಹೆಸರು.

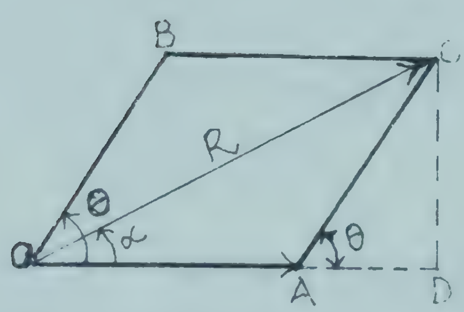
ಬಲಗಳ ಸಂಯೋಜನೆ

ಒಂದು ಕಣದ ಮೇಲೆ ಏಕಕಾಲಕ್ಕೆ ಬೇರೆ ಬೇರೆ ಬಲಗಳು ಪ್ರಯೋಗವಾದಾಗ ಆ ಬಲಗಳ ಫಲಿತವನ್ನು ಕಂಡುಹಿಡಿಯುವ ಕ್ರಮಕ್ಕೆ **ಬಲಸಂಯೋಜನೆ** ಎಂದು ಹೆಸರು.

ಬಿಂದುವಿನಲ್ಲಿ ಪ್ರಯೋಗಿಸಿದ ಎರಡು ಬಲಗಳ ಫಲಿತ

ಇದನ್ನು ಬಲಗಳ ಸಮಾಂತರ ಚತುರ್ಭುಜ ನಿಯಮದಿಂದ ಕಂಡಿಹಿಡಿಯಬಹುದು. ಈ ನಿಯಮದ ಪ್ರಕಾರ, **ಬಿಂದುವೊಂದರಲ್ಲಿ ಪ್ರಯೋಗಿಸಿರುವ ಎರಡು ಬಲಗಳನ್ನು ಸದಿಶಗಳ ರೂಪದಲ್ಲಿ ಚತುರ್ಭುಜದ ಪಾರ್ಶ್ವಬಾಹುಗಳಾಗಿರುವಂತೆ ರಚಿಸಿದರೆ, ಅದೇ ಬಿಂದುವಿನಿಂದ ಎಳೆದ ಕರ್ಣವು ಬಲಗಳ ಫಲಿತವನ್ನು ಪರಿಮಾಣ ಮತ್ತು ದಿಕ್ಕುಗಳಲ್ಲಿ ನಿರ್ದೇಶಿಸುತ್ತದೆ.** ಎರಡು ಬಲಗಳ ಫಲಿತವನ್ನು ಕಂಡು ಹಿಡಿಯುವ ಕ್ರಮವನ್ನು ಚಿತ್ರ 3.1.2 ರಲ್ಲಿ ತೋರಿಸಿದೆ.

OA ಮತ್ತು OB ರೇಖೆಗಳು, O ಬಿಂದುವಿನಲ್ಲಿ ಪ್ರಯೋಗಿಸಿರುವ P ಮತ್ತು Q ಬಲಗಳನ್ನು ನಿರ್ದೇಶಿಸಲಿ. ಸಮಾಂತರ ಚತುರ್ಭುಜ ನಿಯಮದನುಸಾರ OC ಕರ್ಣವು P ಮತ್ತು Q ಗಳ ಫಲಿತವನ್ನು ಸೂಚಿಸುತ್ತದೆ. ಈ ಫಲಿತವನ್ನು R ಎಂದೂ ಅದು P ಸದಿಶದೊಂದಿಗೆ ಹೊಂದಿರುವ ಕೋನವನ್ನು α ಎಂದೂ ಸೂಚಿಸಿದೆ. P ಮತ್ತು Q ಗಳ ಮಧ್ಯೆಯಿರುವ ಕೋನವು θ ಆಗಿರಲಿ.



ಚಿತ್ರ 3.1.2

ಫಲಿತದ ಪ್ರಮಾಣವನ್ನು ಕಂಡುಹಿಡಿಯಲು, OA ಬಾಹುವನ್ನು ವರ್ಧಿಸಿ ಅದಕ್ಕೆ C ಬಿಂದುವಿನಿಂದ CD ರೇಖೆಯನ್ನು ಲಂಬವಾಗಿ ಎಳೆದಿದೆ. OCD ಸಮಕೋನ ತ್ರಿಭುಜದಲ್ಲಿ,

$$OC^2 = OD^2 + CD^2$$
$$= (OA + AD)^2 + CD^2$$
$$= OA^2 + 2(OA)(AD) + AD^2 + CD^2$$
$$= P^2 + 2P(AD) + AC^2 \quad (\because AD^2 + CD^2 = AC^2) \quad \ldots\ldots\ldots\ldots(3.1.1)$$

CAD ಸಮಕೋನ ತ್ರಿಭುಜದಲ್ಲಿ $AD = AC \cos\theta = Q\cos\theta$ ಈ ಮೌಲ್ಯವನ್ನು ಸಮೀಕರಣ (3.1.1) ರಲ್ಲಿ ಆದೇಶಿಸಿದಾಗ

$$R^2 = P^2 + 2PQ\cos\theta + Q^2$$

ಅಥವ $$R = \sqrt{P^2 + Q^2 + 2PQ\cos\theta} \quad (\ldots 3.1.2)$$

ಫಲಿತ ಸದಿಶವು P ಸದಿಶದೊಂದಿಗೆ ಹೊಂದಿರುವ ಕೋನವನ್ನು ಕಂಡು ಹಿಡಿಯಲು OCD ಸಮಕೋನ ತ್ರಿಭುಜವನ್ನು ಪರಿಶೀಲಿಸಿದೆ.

$$\tan\alpha = \frac{CD}{OD} = \frac{AC\sin\theta}{OA + AC\cos\theta} = \frac{Q\sin\theta}{P + Q\cos\theta} \quad (\ldots\ldots\ldots 3.1.3)$$

P ಮತ್ತು Q ಬಲಗಳು ಒಂದೇ ಸರಳರೇಖೆಯಲ್ಲಿ ಏಕಮುಖಿವಾಗಿದ್ದರೆ $\theta = 0$ ಆದ್ದರಿಂದ

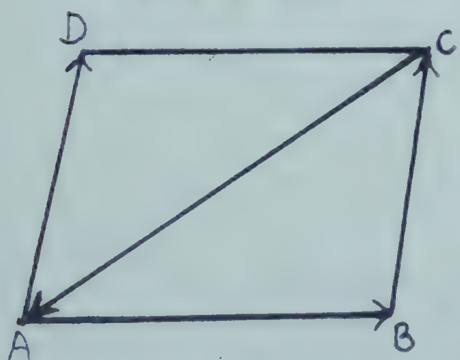
$$R = \sqrt{P^2 + Q^2 + 2PQ} = P + Q$$

ಬಲಗಳು ಒಂದೇ ಸರಳರೇಖೆಯಲ್ಲಿ ವಿಮುಖಿ ದಿಕ್ಕುಗಳಲ್ಲಿದ್ದರೆ ಆಗ $\theta = 180^0$ $\cos 180^0 = -1$

$$R = \sqrt{P^2 + Q^2 + 2PQ\cos 180^0} = P - Q$$

3.1.2 ಮೂರು ಬಲಗಳ ಸಮಸ್ಥಿತಿ

ಒಂದು ಭೌತಕಣದ ಮೇಲೆ ಆರೋಪಿತವಾಗಿರುವ ಮೂರು ಬಲಗಳು ಆ ಕಣವನ್ನು ಸಮಸ್ಥಿತಿಯಲ್ಲಿಟ್ಟರೆ ಆ ಮೂರು ಬಲಗಳಿಗೆ ತ್ರಿಕೋನ ನಿಯಮವನ್ನು ಅನ್ವಯಿಸಬಹುದು. **ಈ ನಿಯಮದ ಪ್ರಕಾರ ಒಂದು ತ್ರಿಕೋನದ ಮೂರು ಬಾಹುಗಳು ಅನುಕ್ರಮವಾಗಿ ಮೂರು ಸದಿಶಗಳನ್ನು ನಿರ್ದೇಶಿಸಿದರೆ ಆ ಮೂರು ಸದಿಶಗಳ ಫಲಿತವು ಶೂನ್ಯ ಅಥವಾ ಅವುಗಳು ಸಮಸ್ಥಿತಿಯಲ್ಲಿರುತ್ತವೆ.** ಬಲಗಳ ತ್ರಿಕೋನ ಸೂತ್ರವನ್ನು ಈ ರೀತಿ ಸಾಧಿಸಬಹುದು. ಚಿತ್ರ 3.1.3 ರಲ್ಲಿ ABC ತ್ರಿಕೋನದ AB, BC, CA ಬಾಹುಗಳು ಒಂದು ಬಿಂದುವಿನಲ್ಲಿ ಆರೋಪಿತವಾಗಿರುವ P, Q ಮತ್ತು R ಬಲಗಳನ್ನು ಸೂಚಿಸಲಿ.

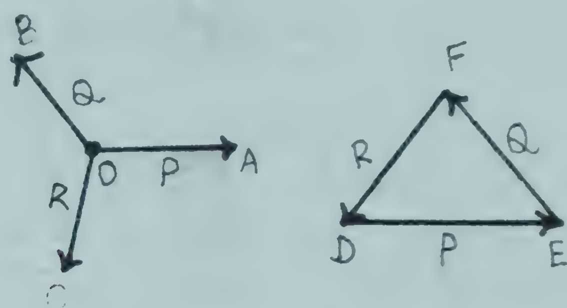


ಚಿತ್ರ 3.1.3

ABCD ಸಮಾಂತರ ಚತುರ್ಭುಜವನ್ನು ಪೂರ್ಣಗೊಳಿಸಿದರೆ AC ಕರ್ಣವು P ಮತ್ತು Q ಗಳ ಫಲಿತವನ್ನು ಸೂಚಿಸುತ್ತದೆ. AC ಸೂಚಿಸುವ ಬಲಕ್ಕೆ ಸಮವಾದ ಮತ್ತು ವಿರುದ್ಧ ದಿಕ್ಕಿನಲ್ಲಿರುವ CA ಸೂಚಿತ ಮೂರನೆಯ ಬಲವು P ಮತ್ತು Q ಬಲಗಳೊಂದಿಗೆ ಸಮಸ್ಥಿತಿಯಲ್ಲಿರುತ್ತದೆ.

ಈ ನಿಯಮದ ವಿಲೋಮವೂ ಸತ್ಯ. **ಮೂರು ಬಲಗಳು ಒಂದು ಕಣವನ್ನು ಸಮಸ್ಥಿತಿಯಲ್ಲಿಟ್ಟಿದ್ದರೆ ಅವುಗಳ ಆರೋಪಿತ ರೇಖೆಗಳಿಗೆ ಸಮಾಂತರವಾಗಿ ಬಾಹುಗಳುಳ್ಳ ಯಾವುದಾದರೊಂದು ತ್ರಿಕೋನದ ಬಾಹುಗಳು ಆ ಬಲಗಳನ್ನು ಅನುಕ್ರಮವಾಗಿ ಸೂಚಿಸುತ್ತವೆ.**

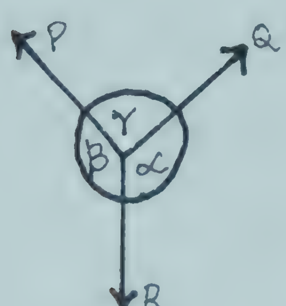
O ಬಿಂದುವಿನಲ್ಲಿ ಆರೋಪಿತವಾಗಿರುವ ಮೂರು ಬಲಗಳು ಸಮಸ್ಥಿತಿಯಲ್ಲಿವೆ. ಈ ಬಲಗಳನ್ನು DEF ತ್ರಿಭುಜದ ಮೂರು ಬಾಹುಗಳು ಸೂಚಿಸುತ್ತವೆ. $P/DE=Q/EF=R/FD$ (... 3.1.4)



ಚಿತ್ರ 3.1.

ಒಂದು ಕಣವನ್ನು ಸಮಸ್ಥಿತಿಯಲ್ಲಿಡುವ ಮೂರು ಬಲಗಳು ಮತ್ತೊಂದು ನಿಯಮವನ್ನು ಪಾಲಿಸುತ್ತವೆ. **ಲ್ಯಾಮಿಯ ಪ್ರಮೇಯವೆಂದು** ಪ್ರಸಿದ್ಧಿ ಪಡೆದಿರುವ ಈ ನಿಯಮದ ಪ್ರಕಾರ : ಏಕಕಾಲದಲ್ಲಿ ಬಿಂದುವೊಂದರಲ್ಲಿ ಪ್ರಯೋಗವಾಗಿರುವ ಮೂರು ಬಲಗಳು ಆ ಬಿಂದುವನ್ನು ಸಮಸ್ಥಿತಿಯಲ್ಲಿಟ್ಟಿದ್ದರೆ, ಅವುಗಳಲ್ಲಿ ಪ್ರತಿಯೊಂದು ಬಲವೂ ಉಳಿದೆರಡು ಬಲಗಳ ನಡುವೆ ಇರುವ ಕೋನದ Sineಗೆ ಸರಳಾನುಪಾತವಾಗಿರುತ್ತದೆ. ಈ ಪ್ರಮೇಯದ ಪ್ರಕಾರ, ಒಂದು ಬಿಂದುವಿನಲ್ಲಿ ಆರೋಪಿತವಾಗಿರುವ P,Q ಮತ್ತು R ಬಲಗಳು ಸಮಸ್ಥಿತಿಯಲ್ಲಿದ್ದು ಅವುಗಳ ನಡುವಿನ ಕೋನಗಳು ಚಿತ್ರ 3.1.5 ರಲ್ಲಿ ತೋರಿಸಿರುವಂತೆ α , β , ಮತ್ತು γ ಆಗಿದ್ದರೆ

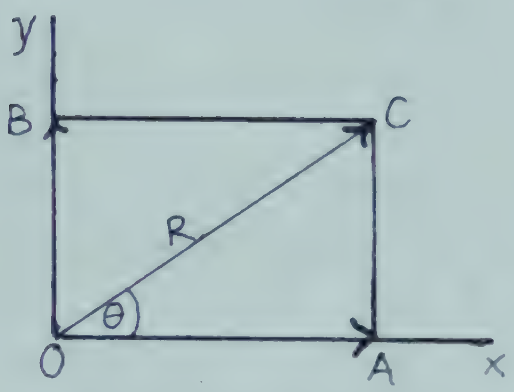
$$\frac{P}{\sin\alpha} = \frac{Q}{\sin\beta} = \frac{R}{\sin\gamma} \quad \ldots\ldots 3.1\,5$$



ಚಿತ್ರ 3.1.5

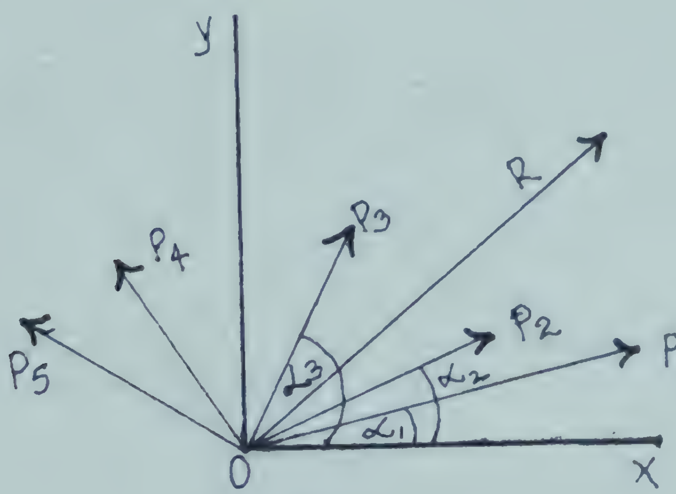
ಸಮತಲ ಸಂಪಾತಬಲಗಳ ಸಮಸ್ಥಿತಿಗೆ ನಿಬಂಧನೆಗಳು

ಏಕಸಮತಲವಲ್ಲಿ ಬಿಂದುವೊಂದರಲ್ಲಿ ಸಂಪಾತವಾದ ಅನೇಕ ಬಲಗಳು ಸಮಸ್ಥಿತಿಯಲ್ಲಿರಬೇಕಾದರೆ ಅವುಗಳ ಫಲಿತ ಶೂನ್ಯವಾಗಿರಬೇಕು. ಇದರ ವಿವರಣೆಗೆ ಒಂದು ಬಲದ ಅಂಗಭಾಗಗಳನ್ನು ಕಂಡುಹಿಡಿಯಬೇಕಾಗುತ್ತದೆ. ಚಿತ್ರ 3.1.6 ರಲ್ಲಿ OC ರೇಖೆಯು R ಎಂಬ ಬಲವನ್ನು ಸೂಚಿಸುತ್ತದೆ. ಪರಸ್ಪರ ಲಂಬವಾಗಿರುವ OX ಮತ್ತು OY ದಿಕ್ಕುಗಳಲ್ಲಿ R ನ ಪ್ರಭಾವವನ್ನು ಕಂಡುಹಿಡಿಯಲು . C ಇಂದ ಈ ದಿಕ್ಕುಗಳಿಗೆ CA ಮತ್ತು CB ಲಂಬಗಳನ್ನು ಎಳೆದಿದೆ. OX ದಿಕ್ಕಿನಲ್ಲಿನ ಆಯತಾಂಗ OA ಮತ್ತು OY ದಿಕ್ಕಿನಲ್ಲಿನ ಆಯತಾಂಗ OB.



ಚಿತ್ರ 3.1.6

OAC ಸಮಕೋನ ತ್ರಿಭುಜದಲ್ಲಿ $\angle COA = \theta$ ಆಗಿದ್ದರೆ, OX ದಿಕ್ಕಿನಲ್ಲಿನ ಆಯತಾಂಗ = $OA = R \cos\theta$ ಮತ್ತು OY ದಿಕ್ಕಿನಲ್ಲಿನ ಆಯತಾಂಗ $OB = R \sin\theta$.



ಚಿತ್ರ 3.1.7

ಚಿತ್ರ 3.1.7 ರಲ್ಲಿರುವಂತೆ ಅನೇಕ ಬಲಗಳು ಏಕಕಾಲದಲ್ಲಿ O ಬಿಂದುವಿನಲ್ಲಿ ಆರೋಪಿತವಾಗಿವೆ. ಆಯತಾಂಗಗಳ ನಿಯಮದ ಪ್ರಕಾರ ಈ ಎಲ್ಲಾ ಬಲಗಳ ಫಲಿತವು R ಆಗಿದ್ದಲ್ಲಿ; OX ದಿಕ್ಕಿನಲ್ಲಿ

$$R \cos\theta = P_1 \cos\alpha_1 + P_2 \cos\alpha_2 + P_3 \cos\alpha_3 + \ldots$$
$$= \Sigma P \cos\alpha = X \qquad \ldots\ldots 3.1.6$$

ಮತ್ತು OY ದಿಕ್ಕಿನಲ್ಲಿ ವಿಭಜಿಸಿದಾಗ,

$$R \sin\theta = P_1 \sin\alpha_1 + P_2 \sin\alpha_2 + P_3 \sin\alpha_3 + \ldots$$
$$= \Sigma P \sin\alpha = Y \qquad \ldots\ldots 3.1.7$$

ಈ ಎರಡೂ ಸಮೀಕರಣಗಳ ವರ್ಗಗಳನ್ನು ಕೂಡಿದಾಗ $R^2 = X^2 + Y^2$ 3.1.8

ಮತ್ತು $\tan\theta = Y/X$ 3.1.9

ಕೊಟ್ಟಿರುವ ಬಲಗಳು ಸಮಸ್ಥಿತಿಯಲ್ಲಿರಬೇಕಾದರೆ R=O ಅಂದರೆ $X^2+Y^2=O$ X^2 ಮತ್ತು Y^2 ಯಾವಾಗಲೂ ಧನಪ್ರಮಾಣವುಳ್ಳವಾದ್ದರಿಂದ ಅವುಗಳ ಮೊತ್ತವು ಶೂನ್ಯವಾಗಬೇಕಾದರೆ X ಮತ್ತು Y ಎರಡೂ ಬೇರೆ ಬೇರೆಯಾಗಿ ಶೂನ್ಯವಾಗಬೇಕು. ಆದ್ದರಿಂದ ಸಮತಲ ಸಂಪಾತಬಲಗಳು ಸಮಸ್ಥಿತಿಯಲ್ಲಿರಬೇಕಾದರೆ, ಪರಸ್ಪರ ಲಂಬವಾಗಿರುವ ಎರಡು ದಿಕ್ಕುಗಳಲ್ಲಿ ಆ ಬಲಗಳ ಆಯತಾಂಗಗಳ ಬೀಜೀಯ ಮೊತ್ತವು ಬೇರೆಬೇರೆಯಾಗಿ ಶೂನ್ಯವಾಗಬೇಕು.

ಉದಾಹರಣೆಗಳು

1. 30N ಮತ್ತು 40N ಬಲಗಳು ಪರಸ್ಪರ 60^0 ಕೋನದಲ್ಲಿ ವರ್ತಿಸುತ್ತಿವೆ. ಅವುಗಳ ಫಲಿತಬಲದ ಪರಿಮಾಣ ಮತ್ತು ದಿಕ್ಕನ್ನು ಕಂಡುಹಿಡಿಯಿರಿ.

$\theta = 60^0$ $\quad$ P= 30N . $\quad$ Q = 40 N

ಫಲಿತ ಬಲ R ಆದಲ್ಲಿ : $R^2 = P^2 + Q^2 + 2PQ \cos\theta$

$$R^2 = 30^2+40^2+2.30.40.\cos 60$$
$$= 3700 \text{ N}$$
$$R = 60.8\text{N}$$

ಫಲಿತ ಬಲವು 30 N ಬಲದೊಂದಿಗೆ α ಕೋನ ಹೊಂದಿರಲಿ.

$$\tan\alpha = \frac{Q \sin\theta}{P + Q\cos\theta} = \frac{40. \sin 60}{30 + 40 \cos 60} = 0.6929$$

$$\therefore \alpha = 34^0\ 43^1$$

2. P ಮತ್ತು 2P ಬಲಗಳು ಒಂದು ಬಿಂದುವಿನಲ್ಲಿ ವರ್ತಿಸುತ್ತಿವೆ. ಮೊದಲನೆಯ ಬಲವನ್ನು 20N ಹೆಚ್ಚಿಸಿ, ಎರಡನೆಯದನ್ನು ದ್ವಿಗುಣಗೊಳಿಸಿದಾಗ ಅವುಗಳ ಫಲಿತದ ದಿಕ್ಕು ಬದಲಾಯಿಸುವುದಿಲ್ಲ. P ಬೆಲೆಯನ್ನು ಕಂಡುಹಿಡಿಯಿರಿ.

ಫಲಿತದ ದಿಕ್ಕು α ಆಗಿರಲಿ. $\tan \alpha = \dfrac{Q \sin \theta}{P + Q \cos \theta}$

ಎರಡೂ ಸಂಧರ್ಭಗಳಲ್ಲಿ α ಒಂದೇ ಆಗಿರುವುದರಿಂದ ;

$$\frac{2P \sin \theta}{P + 2P \cos \theta} = \frac{4P \sin \theta}{(P + 20) + 4P \cos \theta}$$

$$P + 20 + 4P \cos \theta = 2P + 4P \cos \theta$$

$$\therefore \quad P = 20$$

P ಬೆಲೆ 20N ಆಗಿರುತ್ತದೆ.

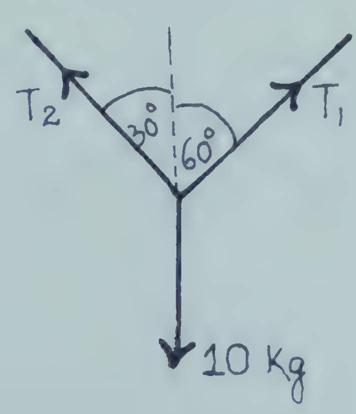
3. ಎರಡು ಬಲಗಳ ಫಲಿತದ ಕನಿಷ್ಠ ಮತ್ತು ಗರಿಷ್ಠ ಬೆಲೆಗಳು ಕ್ರಮವಾಗಿ 10N ಮತ್ತು 20N ಆಗಿದ್ದರೆ ಆ ಬಲಗಳನ್ನು ಕಂಡುಹಿಡಿಯಿರಿ.

ಬಲಗಳು P ಮತ್ತು Q ಆಗಿದ್ದರೆ; ಗರಿಷ್ಠ ಫಲಿತ $= P + Q$ ಮತ್ತು ಕನಿಷ್ಠ ಫಲಿತ $= P - Q$

$\therefore \quad P + Q = 20$ ಮತ್ತು $P - Q = 10$

$P = 15N, \; Q = 5N$

4. 10kg ದ್ರವ್ಯರಾಶಿಯ ಒಂದು ವಸ್ತುವನ್ನು ಎರಡು ದಾರಗಳಿಂದ ತೂಗುಹಾಕಿದೆ. ಈ ದಾರಗಳು ಲಂಬರೇಖೆಯ ದಿಕ್ಕಿನೊಂದಿಗೆ 30^0 ಮತ್ತು 60^0 ಕೋನವನ್ನುಂಟು ಮಾಡಿದರೆ ಅವುಗಳ ಕರ್ಷಣಗಳನ್ನು (Tension) ಕಂಡುಹಿಡಿಯಿರಿ.



O ಬಿಂದುವಿನಲ್ಲಿ T_1, T_2 ಮತ್ತು 10kg ಗಳು ಸಮಸ್ಥಿತಿಯಲ್ಲಿರುತ್ತವೆ. ಲ್ಯಾಮಿಯ ಪ್ರಮೇಯವನ್ನು ಅನ್ವಯಿಸಿದಾಗ

$$\frac{T_1}{\text{Sin}(180-60)} = \frac{T_2}{\text{Sin}(180-30)} = \frac{10}{\text{Sin}(60+30)}$$

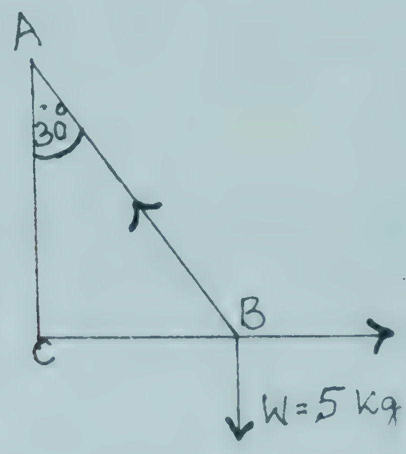
$$\frac{T_1}{\text{Sin } 60} = \frac{T_2}{\text{Sin } 30} = \frac{10}{\text{Sin } 90}$$

$$T_1 = \frac{10 \times \text{Sin } 60}{\text{Sin } 90} = 8.66 \text{ kg}$$ ಹಾಗೆಯೇ $T_2 = 5\text{kg}$

ದಾರಗಳಲ್ಲಿನ ಕರ್ಷಣಗಳು ಕ್ರಮವಾಗಿ 8.66kg ಮತ್ತು 5kg ಆಗಿರುತ್ತದೆ.

5. ಒಂದು ಸಾಮಾನ್ಯ ಲೋಲಕವನ್ನು, ಲಂಬನೇರಕ್ಕೆ 30^0 ಕೋನದಲ್ಲಿ ನಿಲ್ಲಿಸಬೇಕಾದರೆ, ಅದರ ಮೇಲೆ ಪ್ರಯೋಗಿಸಬೇಕಾದ ಸಮಮಟ್ಟದ ಬಲವೆಷ್ಟು? (ಲೋಲಕದ ದ್ರವ್ಯರಾಶಿ = 5kg)

ಚಿತ್ರದಲ್ಲಿ ABC ತ್ರಿಭುಜದ ಬಾಹುಗಳು ಅನುಕ್ರಮವಾಗಿ ಕರ್ಷಣ (T) ಸಮಮಟ್ಟದ ಬಲ (H) ಮತ್ತು ತೂಕ W ಅನ್ನು ಪ್ರತಿನಿಧಿಸುತ್ತವೆ. ಹೀಗಾಗಿ



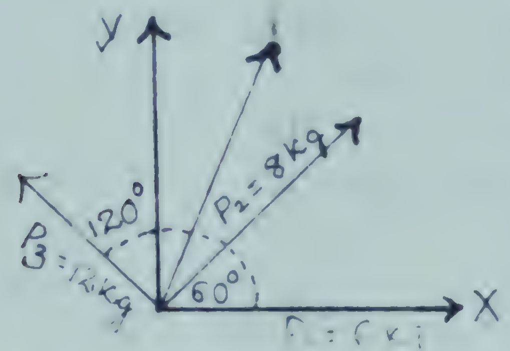
$$\frac{T}{AB} = \frac{H}{BC} = \frac{W}{AC}$$

$$\therefore \; H = W \times \frac{BC}{AC} = W \tan 30^0 = 5 \times \frac{1}{\sqrt{3}}$$

$$= 2.8\text{kg}$$

ಗುಂಡನ್ನು **2.8kg** ಬಲದಿಂದ ಎಳೆಯಬೇಕು.

6. 6k , 8kg ಮತ್ತು 12kg ಬಲಗಳು ಕ್ಷಿತಿಜದ ಮಟ್ಟದೊಂದಿಗೆ ಅನುಕ್ರಮವಾಗಿ 0^0, 60^0 ಮತ್ತು 120^0 ಕೋನದಲ್ಲಿ ಒಂದು ಬಿಂದುವಿನಲ್ಲಿ ವರ್ತಿಸುತ್ತಿದ್ದರೆ ಅವುಗಳ ಫಲಿತವನ್ನು ಕಂಡುಹಿಡಿಯಿರಿ.



ಬಲಗಳ X ಮತ್ತು Y ಆಯತಾಂಗಗಳನ್ನು ಕಂಡುಹಿಡಿದಾಗ :

$$X = R\cos\alpha = P_2\cos\theta_1 + P_2\cos\theta_2 + P_3\cos\theta_3$$
$$= 6\cos 0 + 8\cos 60 + 12\cos 120$$
$$= 4$$
$$Y = R\sin\alpha = P_1\sin\theta 1 + P_2\sin\theta 2 + P3\sin\theta 3$$
$$= 6\sin 0 + 8\sin 60 + 12\sin 120$$
$$= 10\sqrt{3}$$
$$R = \sqrt{x^2 + Y^2} = \sqrt{16 + 300} = 17.8$$
$$\tan\alpha = \frac{Y}{x} = \frac{10\sqrt{3}}{4} = 4.3305 \quad \therefore \theta = 77^0$$

ಫಲಿತವು 17.8kg ಬಲವಾಗಿದ್ದು, ಕ್ಷಿತಿಜದೊಂದಿಗೆ 77^0 ಕೋನದಲ್ಲಿ ವರ್ತಿಸುತ್ತದೆ.

ಅಭ್ಯಾಸ

ಒಂದು ಅಂಕದ ಪ್ರಶ್ನೆಗಳು

1. ಬಲವನ್ನು ಸರಳರೇಖೆಯಲ್ಲಿ ಹೇಗೆ ತೋರಿಸಬಹುದು?
2. ಬಲವಿಭಜನೆ ಎಂದರೇನು?
3. ಸಮಸ್ಥಿತಿ ಎಂದರೇನು?
4. ಫಲಿತ ಬಲವೆಂದರೇನು?
5. ಏಕ ಸಮತಲ ಬಲದ ಅರ್ಥ ತಿಳಿಸಿ.

ಎರಡು ಅಂಕಗಳ ಪ್ರಶ್ನೆಗಳು

1. ಒಂದು ಬಿಂದುವಿನಲ್ಲಿ ವರ್ತಿಸುತ್ತಿರುವ ಬಲಗಳ ಗರಿಷ್ಠ ಫಲಿತ, ಅವು ಸಮಸ್ಥಿತಿಯಲ್ಲಿದ್ದಾಗ, ಬಲಗಳ ಮೊತ್ತಕ್ಕಿಂತ ಹೆಚ್ಚಾಗಿರುವುದಿಲ್ಲ ಎಂದು ತೋರಿಸಿ.
2. ಸಮಾಂತರ ಚತುರ್ಭುಜ ನಿಯಮವನ್ನು ತಿಳಿಸಿ.
3. ಲ್ಯಾಮಿ ಪ್ರಮೇಯವನ್ನು ತಿಳಿಸಿ.
4. ತ್ರಿಭುಜದ ನಿಯಮವನ್ನು ತಿಳಿಸಿ.
5. ಬಹುಭುಜ ನಿಯಮವನ್ನು ವಿವರಿಸಿ.

ನಾಲ್ಕು ಅಂಕಗಳ ಪ್ರಶ್ನೆಗಳು

1. ಸಮಾಂತರ ಚತುರ್ಭುಜ ನಿಯಮಾನುಸಾರ ಫಲಿತ ಬಲದ ಪ್ರಮಾಣ ಮತ್ತು ದಿಕ್ಕನ್ನು ಕಂಡುಹಿಡಿಯಿರಿ.
2. ಲ್ಯಾಮಿ ಪ್ರಮೇಯ ಮತ್ತು ತ್ರಿಕೋನ ನಿಯಮವನ್ನು ವಿವರಿಸಿ.
3. ಒಂದು ಬಿಂದುವಿನಲ್ಲಿ ವರ್ತಿಸುತ್ತಿರುವ ಮೂರು ಬಲಗಳು ಸಮಸ್ಥಿತಿಯಲ್ಲಿರುವ ಸಂದರ್ಭಗಳನ್ನು ವಿವರಿಸಿ.
4. ಅನೇಕ ಬಲಗಳು ಒಂದು ಬಿಂದುವಿನಲ್ಲಿ ವರ್ತಿಸುತ್ತಿದ್ದರೆ ಅವುಗಳನ್ನು ಸಮಸ್ಥಿತಿಯಲ್ಲಿಡುವ ಸಂದರ್ಭವನ್ನು ಗಣಿತೋಕ್ತಿಯೊಂದಿಗೆ ವಿವರಿಸಿ.

ಐದು ಅಂಕಗಳ ಲೆಕ್ಕಗಳು

1. 5kg ಮತ್ತು 12kg ತೂಕದ ಎರಡು ಬಲಗಳು ಒಂದಕ್ಕೊಂದು ಲಂಬವಾಗಿ ಒಂದು ಬಿಂದುವಿನಲ್ಲಿ ವರ್ತಿಸುತ್ತಿವೆ. ಅವುಗಳ ಫಲಿತದ ದಿಕ್ಕು ಮತ್ತು ಪರಿಮಾಣವನ್ನು ಕಂಡುಹಿಡಿಯಿರಿ.

   (22^{o} 37′5kg ತೂಕದ ದಿಕ್ಕಿನೊಂದಿಗೆ,13kg)

2. 3kg ತೂಕದ ಒಂದು ವಸ್ತುವನ್ನು 5cm ಮತ್ತು 12cm ಉದ್ದದ ಎರಡು ದಾರಗಳಿಂದ ನೇತುಹಾಕಿದೆ. ದಾರಗಳ ಇನ್ನೊಂದು ಕೊನೆಯನ್ನು 13cm ಅಂತರವಿರುವ ಎರಡು ಮೊಳೆಗಳಿಗೆ ಕಟ್ಟಿದೆ. ಮೊಳೆಗಳು ಕ್ಷಿತಿಜಕ್ಕೆ ಸಮಾಂತರವಾಗಿದ್ದಲ್ಲಿ ದಾರಗಳಲ್ಲಿ ಕರ್ಷಣ ಬಲವೆಷ್ಟು?

   (36/13kgwt, 15/13kg wt)

3. 50m ಅಂತರದಲ್ಲಿರುವ ಎರಡು ಟೆಲಿಗ್ರಾಫ್ ಕಂಬಗಳ ಮಧ್ಯೆ ಇರುವ ತಂತಿಯಮೇಲೆ ಒಂದು ಕಂಬದಿಂದ 25m ದೂರದಲ್ಲಿ 1kg ತೂಕದ ಪಕ್ಷಿಯು ಕುಳಿತಾಗ ಆ ಸ್ಥಳದಲ್ಲಿ ಕಂಬಿಯು 10cm ನಷ್ಟು ಕೆಳಕ್ಕೆ ಜಗ್ಗುತ್ತದೆ.

ಕಂಬಿಯು ತೂಕರಹಿತವೆಂದು ತಿಳಿದು ಅವರಲ್ಲಿನ ಕರ್ಷಣವನ್ನು ಕಂಡುಹಿಡಿಯಿರಿ. (12.5kg)

4. ಒಂದು ಬಿಂದುವಿನಲ್ಲಿ ಲಂಬವಾಗಿ ವರ್ತಿಸುತ್ತಿರುವ ಎರಡು ಬಲಗಳ ಫಲಿತವು 5kgತೂಕ. ಅದೇ ಎರಡು ಬಲಗಳು 60^0 ಕೋನದಲ್ಲಿದ್ದಾಗ ಅವುಗಳ ಫಲಿತವು $\sqrt{37}$kg ತೂಕವಾಗಿದ್ದರೆ, ಆ ಎರಡೂ ಬಲಗಳೆಷ್ಟು? (3kg ಮತ್ತು 4 kg ತೂಕ)

5. ಕ್ಷಿತಿಜಕ್ಕೆ 30o **ಕೋನದಲ್ಲಿ** 10kg ತೂಕದ ಬಲವು ಒಂದು ಬಿಂದುವಿನಲ್ಲಿ ವರ್ತಿಸುತ್ತದೆ. ಅವುಗಳ ಆಯತಾಂಗಗಳನ್ನು (X ಮತ್ತು Yದಿಕ್ಕಿನಲ್ಲಿ) ಕಂಡುಹಿಡಿಯಿರಿ. ($5\sqrt{3}$kg ಮತ್ತು 5kg ತೂಕ)

6. 1kg ತೂಕದ ಗುಂಡನ್ನು ಒಂದು ದಾರದ ತುದಿಗೆ ನೇತುಹಾಕಿದೆ. ಕ್ಷಿತಿಜಕ್ಕೆ ಸಮಾಂತರ ದಿಕ್ಕಿನಲ್ಲಿ ದಾರವನ್ನು ಲಂಬದಿಕ್ಕಿಗೆ 30^0 ಕೋನವಿರುವಂತೆ ಎಳೆದಾಗ, ದಾರದಲ್ಲಿನ ಕರ್ಷಣ ಮತ್ತು ಎಳೆಯಲು ಬೇಕಾದ ಬಲಗಳನ್ನು ಕಂಡುಹಿಡಿಯಿರಿ. (2/3kg ಮತ್ತು 1/3kg ತೂಕ)

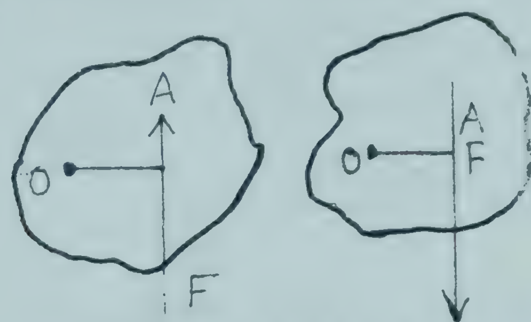
7. ಈ ಕೆಳಕಂಡ ಬಲಗಳು ಒಂದೇ ಸಮತಲದಲ್ಲಿ ಒಂದು ಕಣದ ಮೇಲೆ ಪ್ರಯೋಗವಾಗಿವೆ. 75kg ಉತ್ತರಕ್ಕೆ; 15kg ಪೂರ್ವಕ್ಕೆ; 60kg ಈಶಾನ್ಯಕ್ಕೆ ಮತ್ತು 30kg ವಾಯುವ್ಯಕ್ಕೆ. ಈ ಬಲಗಳ ಫಲಿತವೆಷ್ಟು? (14.2kg, ಪೂರ್ವದಿಂದ ಉತ್ತರಕ್ಕೆ $75^o 20'$)

8. 50kg ತೂಕ ಮತ್ತು 12m ಉದ್ದದ ಒಂದು ಏಣಿಯನ್ನು ಅದರ ಬುಡವು ಗೋಡೆಯಿಂದ 3m ದೂರದಲ್ಲಿರುವಂತೆ ನುಣುಪಾದ ಗೋಡೆಗೆ ಒರಗಿಸಿದೆ. ಏಣಿಯ ಗುರುತ್ವಕೇಂದ್ರವು ಬುಡದಿಂದ ಅದರ ಒಟ್ಟು ಉದ್ದದ 1/3ರಷ್ಟು ದೂರದಲ್ಲಿದ್ದರೆ, ಏಣಿಯು ಗೋಡೆ ಮತ್ತು ನೆಲದಮೇಲೆ ಆರೋಪಿಸುವ ಒತ್ತಡಗಳೆಷ್ಟು? (4.167kg ಮತ್ತು 50.18kg)

3.2 ಬಲದ ಮಹತ್ವ

ಒಂದು ವಸ್ತುವಿನ ಮೇಲೆ ಏಕಾಭಿಮುಖ ಬಲಗಳ ಪ್ರಯೋಗವಾದಾಗ ಆಗುವ ಪರಿಣಾಮಗಳನ್ನು ಈವರೆಗೆ ಪರಿಶೀಲಿಸಲಾಗಿದೆ. ಬಲದ ದಿಕ್ಕಿನಲ್ಲಿ ನೇರವಾಗಿ ಚಲಿಸಲಾಗದೆ ಯಾವುದಾದರೊಂದು ಬಿಂದು ಅಥವಾ ಅಕ್ಷದ ಸುತ್ತ ಸುತ್ತುವಂತಹ ಸ್ಥಿತಿಯಲ್ಲಿ, ಆ ಬಲದ ಪರಿಣಾಮವು, ಎರಡು ಅಂಶಗಳನ್ನು ಅವಲಂಬಿಸಿರುತ್ತದೆ.

ಮೊದಲನೆಯದಾಗಿ ಆ ಬಲದ ಪ್ರಮಾಣ ಮತ್ತು ಎರಡನೆಯದಾಗಿ ಆ ಬಿಂದು ಅಥವಾ ಅಕ್ಷದಿಂದ ಬಲದ ಪ್ರಯೋಗರೇಖೆಯ ದೂರ. ಉದಾಹರಣೆಗೆ ಚಿತ್ರ 3.2.1 ರಲ್ಲಿ ವಸ್ತುವೊಂದು ಚಿತ್ರಕ್ಕೆ ಲಂಬವಾಗಿ O ಬಿಂದುವಿನ ಮೂಲಕ ಎಳೆದ ಅಕ್ಷದ ಸುತ್ತ ಸುತ್ತು ವಂತಿರಲಿ. ಈ ವಸ್ತುವಿನ ಮೇಲೆ F ಎಂಬ ಬಲ ಆರೋಪಿತವಾಗಿದೆ. ಬಲ ಸೂಚಕ ರೇಖೆಗೆ OA ಲಂಬವಾಗಿರಲಿ. O ಬಿಂದುವಿನ ಸುತ್ತಲೂ ವಸ್ತುವನ್ನು ಸುತ್ತಿಸುವ ಬಂದು ಬಲದ ಪ್ರಮಾಣ ಅಥವಾ ಭ್ರಾಮಕಕ್ಕೆ ಬಲದ ಮಹತ್ವ (mement of a force) ಎಂದು ಹೆಸರು.



(a) ಚಿತ್ರ 3.2.1 (b)

ಬಲದ ಮಹತ್ವ = ಬಲ x ಲಂಬದೂರ

= F x OA

ಬಲದ ಮಹತ್ವವನ್ನು ಅಳೆಯುವಾಗ ಗಮನಿಸಬೇಕಾದದ್ದು,

i) ಬಲದ ಪ್ರಯೋಗ ಬಿಂದು, ದಿಕ್ಕು ಮತ್ತು ಪ್ರಮಾಣ: ಇವು ಮೂರನ್ನು ನಿರ್ದೇಶಿಸುವ ರೇಖೆ.

ii) ಬಲಸೂಚಕ ರೇಖೆಯಿಂದ ಅಕ್ಷಕ್ಕಿರುವ ಲಂಬದೂರ (OA)

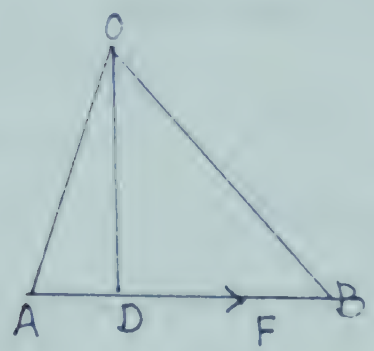
ಚಿತ್ರ 3.2.1 (a) ನಲ್ಲಿ ತೋರಿಸಿರುವ ಬಲವು ವಸ್ತುವನ್ನು ಅಪ್ರದಕ್ಷಿಣವಾಗಿ,

ಚಿತ್ರ 3.2.1(b)ನಲ್ಲಿ ತೋರಿಸಿರುವ ಬಲವು ವಸ್ತುವನ್ನು ಪ್ರದಕ್ಷಿಣವಾಗಿ ಸುತ್ತಿಸುತ್ತಿದೆ. ಅಪ್ರದಕ್ಷಿಣ ಮಹತ್ವವನ್ನು ಧನಾತ್ಮಕವೆಂದೂ. ಪ್ರದಕ್ಷಿಣಾ ಮಹತ್ವವನ್ನು ಋಣಾತ್ಮಕವೆಂದೂ ಪರಿಗಣಿಸಲಾಗುತ್ತದೆ.

ಮಹತ್ವಗಳ ನಿಯಮ

ಅನೇಕ ಬಲಗಳು ಏಕಕಾಲದಲ್ಲಿ ವಸ್ತುವೊಂದರ ಮೇಲೆ ಆರೋಪಿತವಾದಾಗ ಉಂಟಾಗುವ ಭ್ರಮಣವು, ಬಲಗಳ ಫಲಿತದಿಂದುಂಟಾಗುವ ಭ್ರಮಣಕ್ಕೆ ಸಮನಾಗಿರುತ್ತದೆ.

ಈ ನಿಯಮವನ್ನು ಪ್ರತಿಪಾದಿಸುವ ಮೊದಲು, ಬಲದ ಮಹತ್ವವನ್ನು ತ್ರಿಕೋನ ರೂಪದಲ್ಲಿ ಸೂಚಿಸಬಹುದೆಂಬುದನ್ನು ತಿಳಿಯಬೇಕು.



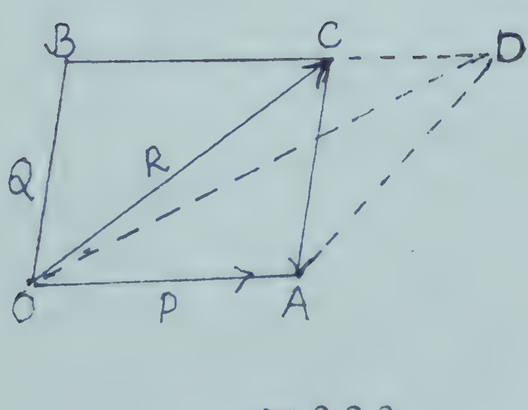
ಚಿತ್ರ 3.2.2

AB ರೇಖೆಯು F ಎಂಬ ಬಲವನ್ನು ಸಂಪೂರ್ಣವಾಗಿ ಸೂಚಿಸಲಿ. ವಸ್ತುವೊಂದು O ಬಿಂದುವಿಗೆ ಲಂಬವಾಗಿರುವ ಅಕ್ಷದ ಸುತ್ತ ಸುತ್ತಲಿದೆ. OD ರೇಖೆಯನ್ನು ABಗೆ ಲಂಬವಾಗಿ ಎಳೆದಿದೆ. ABಯನ್ನು ಪಾದವಾಗುಳ್ಳ ABO ತ್ರಿಕೋನವನ್ನು ರಚಿಸಿದೆ.

F ಬಲದ ಮಹತ್ವ $= F \times OD$.
$= AB \times OD$

ತ್ರಿಕೋನದ ವಿಸ್ತೀರ್ಣ $= \frac{1}{2} AB \times OD$. ಆದ್ದರಿಂದ ಬಲದ ಮಹತ್ವವು OAB ತ್ರಿಕೋನದ ವಿಸ್ತೀರ್ಣದ ಎರಡರಷ್ಟು ಪ್ರಮಾಣದ್ದೆಂದು ತಿಳಿಯಬಹುದು.

ಅನೇಕ ಬಲಗಳ ಸಮತಲದಲ್ಲಿರುವ ಯಾವುದಾದರೊಂದು ಬಿಂದುವಿನ ಸುತ್ತ ಅವುಗಳ ಮಹತ್ವಗಳ ಬೀಜೀಯ ಮೊತ್ತವು ಅದೇ ಬಿಂದುವಿನ ಸುತ್ತ ಆ ಬಲಗಳ ಫಲಿತದ ಮಹತ್ವಕ್ಕೆ ಸಮ. ಈ ನಿಯಮವು ಏಕಾಭಿಮುಖಿ ಬಲಗಳಿಗೂ ಮತ್ತು ಸಮಾಂತರ ಬಲಗಳಿಗೂ ಅನ್ವಯಿಸುತ್ತದೆ.



ಚಿತ್ರ 3.2.3

i) ಚಿತ್ರ 3.2.3 ರಲ್ಲಿ OA ರೇಖೆಯು P ಬಲವನ್ನೂ OB ರೇಖೆಯು Q ಬಲವನ್ನೂ OC ರೇಖೆಯು Rಬಲವನ್ನೂ ಸೂಚಿಸಲಿ. ಸಮಾಂತರ ಚತುರ್ಭುಜಬಲ ನಿಯಮದ ಪ್ರಕಾರ, OC ಕರ್ಣವು P ಮತ್ತು Q ಗಳ ಫಲಿತ ಬಲವನ್ನು ಸೂಚಿಸುತ್ತದೆ. D ಬಿಂದುವು OAಗೆ ಸಮಾಂತರವಾಗಿ ಎಳೆದಿರುವ BC ರೇಖೆಯ ಸಮತಲದಲ್ಲಿರಲಿ.

ಮಹತ್ವಗಳ ನಿಯಮಾನುಸಾರ : D ಬಿಂದುವಿಗೆ ಸಂಬಂಧಿಸಿದ ಹಾಗೆ
P ಮತ್ತು Q ಗಳ ಮಹತ್ವಗಳ ಮೊತ್ತ

$= 2(\Delta OAD - \Delta OBD)$

$= 2(\Delta OAD - \Delta OBC - \Delta OCD)$

$= -2\ \Delta\ OCD$ = Dಗೆ ಸಂಬಂಧಿಸಿದಂತೆ ಫಲಿತದ ಮಹತ್ವ

ಸೂಚನೆ:-

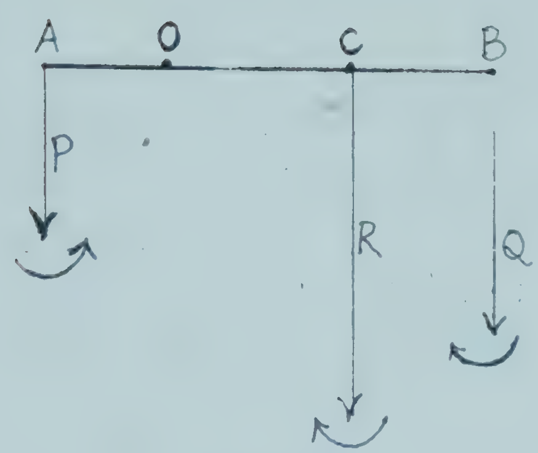
1. **Δ OBC ವಿಸ್ತೀರ್ಣ = Δ OAC ವಿಸ್ತೀರ್ಣ = Δ OAD ವಿಸ್ತೀರ್ಣ**

2. **P ಯ ಮಹತ್ವವು ಅಪ್ರದಕ್ಷಿಣವಾಗಿದ್ದು ಧನಾತ್ಮಕವೂ , Q ನ ಮಹತ್ವವು ಪ್ರದಕ್ಷಿಣವಾಗಿದ್ದು ಋಣಾತ್ಮಕವೂ ಆಗಿವೆ.**

ಋಣ ಚಿಹ್ನೆಯು, ಫಲಿತ ಮಹತ್ವವು ಪ್ರದಕ್ಷಿಣಾ ದಿಕ್ಕಿನಲ್ಲಿರುವುದನ್ನು ಸೂಚಿಸುತ್ತದೆ.

ii) ಎರಡು ಸಮಾಂತರ ಬಲಗಳ ಮಹತ್ವ

ಚಿತ್ರ 3.2.4 ರಲ್ಲಿ P ಮತ್ತು Q ಎಂಬ ಎರಡು ಸಮಾಂತರ ಬಲಗಳು ಮತ್ತು ಅವುಗಳ ಫಲಿತವಾದ R ಬಲವನ್ನು ತೋರಿಸಿದೆ. ಈ ಬಲಗಳ ಸಮತಲದಲ್ಲಿನ O ಬಿಂದುವಿನಿಂದ ಬಲಗಳ ಸೂಚಕ ರೇಖೆಗಳಿಗೆ ಲಂಬವಾಗಿ ಎಳೆದ ರೇಖೆಯು P ಬಲವನ್ನು A ಬಿಂದುವಿನಲ್ಲಿ, Q ಬಲವನ್ನು B ಬಿಂದುವಿನಲ್ಲಿ ಮತ್ತು R ಬಲವನ್ನು C ಬಿಂದುವಿನಲ್ಲಿ ಸಂಧಿಸಲಿ.



ಚಿತ್ರ 3.2.4

O ಬಿಂದುವಿನ ಸುತ್ತ P ಬಲದ ಮಹತ್ವ = P x OA

O ಬಿಂದುವಿನ ಸುತ್ತ Q ಬಲದ ಮಹತ್ವ = - Q x OB

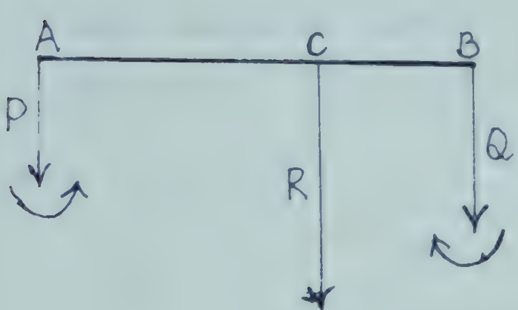
ಇವೆರಡರ ಮೊತ್ತ = (P x OA) - (Q x OB)

P ಮತ್ತು Q ಗಳ ಫಲಿತವು R ಆದಲ್ಲಿ
ಫಲಿತ ಮಪತ್ವ = - R x OC
ಮಪತ್ವಗಳ ನಿಯಮನುಸಾರ (P x OA) - (Q x OB) = - R x OC

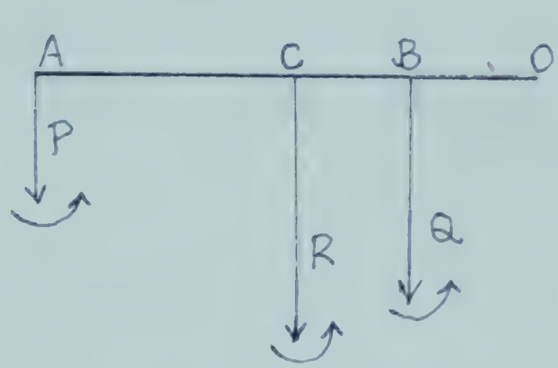
ಈ ನಿಯಮವನ್ನುನುಸರಿಸಿ ಸಮಾಂತರ ಬಲಗಳ ಫಲಿತವನ್ನು ಕಂಡುಹಿಡಿಯಬಹುದು.

ಏಕಾಭಿಮುಖ ಸಮಾಂತರ ಬಲಗಳ ಫಲಿತ

P ಮತ್ತು Q ಎರಡು ಏಕಾಭಿಮುಖ ಸಮಾಂತರ ಬಲಗಳು. R ಇವುಗಳ ಫಲಿತ. ಈ ಬಲಗಳು ಅನುಕ್ರಮವಾಗಿ A, B ಮತ್ತು C ಬಿಂದುಗಳಲ್ಲಿ ವರ್ತಿಸುತ್ತಿವೆ. C ಬಿಂದುವಿಗೆ ಸಂಬಂಧಿಸಿದ ಹಾಗೆ ಮಪತ್ವಗಳ ನಿಯಾಮಾನುಸಾರ **ಚಿತ್ರ** 3.2.5. ರಲ್ಲಿ



ಚಿತ್ರ 3.2.5



ಚಿತ್ರ 3.2.6

P ಮಪತ್ವ + Q ಮಪತ್ವ = R ಮಪತ್ವ

P x AC - Q x BC = O (∵ R x O = O)

ಅಥವಾ $\frac{P}{Q} = \frac{BC}{AC}$

ಫಲಿತಬಲ ವರ್ತಿಸುವ C ಬಿಂದುವು AB ಯನ್ನು, ಆಂತರಿಕವಾಗಿ ವಿಲೋಮವಾಗಿ P : Q ಪ್ರಮಾಣದಲ್ಲಿ ವಿಭಜಿಸುತ್ತದೆ.

ಚಿತ್ರ 3.2.6 ರಲ್ಲಿ P, Q ಮತ್ತು R ಬಲಗಳು ವರ್ತಿಸುವ ಬಿಂದುಗಳ ಸಮತಲದಲ್ಲಿರುವ O ಬಿಂದುವಿಗೆ ಸಂಬಂಧಿಸಿದಂತೆ ಮಪತ್ವಗಳನ್ನು ತೆಗೆದುಕೊಂಡಾಗ:

$$P \times AO + Q \times BO = R \times CO$$
$$P(AC + CO) + Q(CO - BC) = R \times CO$$
$$P \times AC + P \times CO + Q \times CO - Q \times BC = R \times CO$$
$$(P + Q)\, CO = R \times CO \quad (P.AC - Q \times BC = O)$$
$$\therefore \quad P + Q = R$$

ಎರಡು ಏಕಾಭಿಮುಖ ಸಮಾಂತರ ಬಲಗಳ ಫಲಿತ

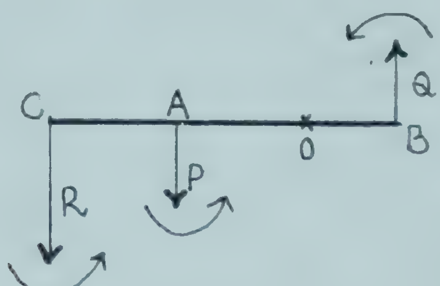
i) ಪರಿಮಾಣದಲ್ಲಿ ಅವುಗಳ ಮೊತ್ತಕ್ಕೆ ಸಮ.

ii) ಬಲಗಳ ಆರೋಪ ಬಿಂದುಗಳನ್ನು ಸೇರಿಸುವ ಸರಳರೇಖೆಯನ್ನು ಅದು ಆಂತರಿಕವಾಗಿ ಬಲಗಳ ವಿಲೋಮ ಪ್ರಮಾಣದಲ್ಲಿ ವಿಭಜಿಸುತ್ತದೆ.

iii) ಅವುಗಳ ದಿಕ್ಕಿನಲ್ಲೇ ವರ್ತಿಸುತ್ತದೆ.

ವಿಮುಖ ಸಮಾಂತರ ಬಲಗಳ ಫಲಿತ

P ಮತ್ತು Q ಗಳು ವಿಮುಖ ಸಮಾಂತರ ಬಲಗಳು. R ಅವುಗಳ ಫಲಿತ $P>Q$. ಈ ಬಲಗಳ ಮಹತ್ವವನ್ನು O ಬಿಂದುವಿಗೆ ಅನುಸಾರವಾಗಿ ತೆಗೆದುಕೊಂಡಾಗ -



ಚಿತ್ರ 3.2.7

$$P \times AO + Q \times BO = R \times CO$$

$$P(CO - CA) + Q(BC - CO) = R \times CO$$

$$P \times CO - P \times CA + Q \times BC - Q \times CO = R \times CO$$

$$(P - Q)CO = R \times CO \; (\because P \times CA = Q \times BC)$$

$$\therefore R = P - Q$$

ಎರಡು ವಿಮುಖ ಸಮಾಂತರ ಬಲಗಳ ಫಲಿತ

i) ಪರಿಮಾಣದಲ್ಲಿ ಅವುಗಳ ವ್ಯತ್ಯಾಸಕ್ಕೆ ಸಮ.

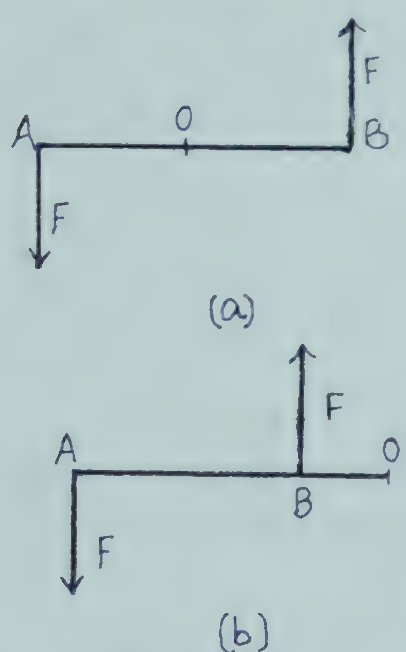
ii) ದೊಡ್ಡ ಪ್ರಮಾಣದ ಬಲದ ದಿಕ್ಕಿನಲ್ಲಿರುತ್ತದೆ.

iii) ಆರೋಪ ಬಿಂದುವು AB ಯನ್ನು ಬಾಹ್ಯವಾಗಿ ಬಲಗಳ ವಿಲೋಮ ಪ್ರಮಾಣದಲ್ಲಿ ವಿಭಜಿಸುತ್ತದೆ.

ಮೇಲಿನ ನಿಯಮಗಳನ್ನು ಉಪಯೋಗಿಸಿಕೊಂಡು ಅನೇಕ ಸಮಾಂತರ ಬಲಗಳು ಏಕಕಾಲದಲ್ಲಿ ಒಂದು ವಸ್ತುವಿನ ಮೇಲೆ ವರ್ತಿಸಿದಾಗ ಅವುಗಳ ಫಲಿತದ ಪ್ರಮಾಣ ಮತ್ತು ದಿಕ್ಕುಗಳನ್ನು ಕಂಡುಹಿಡಿಯಬಹುದು.

ಬಲಯುಗ್ಮ

ಪರಸ್ಪರ ಸಮವಾದ ಎರಡು ವಿಮುಖ ಬಲಗಳು ವಸ್ತುವಿನ ಮೇಲೆ ವರ್ತಿಸುತ್ತಿದ್ದರೆ ಆ ಬಲಗಳ ಜೋಡಿಗೆ ಬಲಯುಗ್ಮವೆಂದು ಹೆಸರು.



ಚಿತ್ರ 3.2.8

ಚಿತ್ರ (3.2.8) ದಲ್ಲಿ A ಮತ್ತು B ಬಿಂದುಗಳಲ್ಲಿ ವರ್ತಿಸುತ್ತಿರುವ F ಮತ್ತು F ಬಲಗಳಿಂದ ಕೂಡಿದ ಒಂದು ಬಲಯುಗ್ಮವನ್ನು ತೋರಿಸಿದೆ. O ಬಿಂದುವು ಈ ಬಲಯುಗ್ಮದ ಸಮತಲದಲ್ಲಿ ಎಲ್ಲಾದರೂ ಇರಲಿ. ಆ ಬಿಂದುವಿನಿಂದ ಬಲಗಳ ಪ್ರಯೋಗರೇಖೆಗೆ ಎಳೆದ ಲಂಬರೇಖೆಯು ಅವುಗಳನ್ನು A ಮತ್ತು B ಗಳಲ್ಲಿ ಸಂಧಿಸಿದೆ. O ಬಿಂದುವಿಗೆ ಸಂಬಂಧಿಸಿದಂತೆ :

A ನಲ್ಲಿ ವರ್ತಿಸುವ F ಬಲದ ಮಹತ್ವ $= F \times AO$

B ನಲ್ಲಿ ವರ್ತಿಸುವ F ಬಲದ ಮಹತ್ವ $= F \times BO$

ಇವುಗಳ ಮೊತ್ತ $= F(AO + BO) = F \times AB$ (AB ಯುಗ್ಮ ಬಾಹು)

ಈ ಮೊತ್ತವು O ಬಿಂದುವಿನ ಸ್ಥಾನವನ್ನು ಅವಲಂಬಿಸಿಲ್ಲವೆಂಬುದು ಚಿತ್ರ (b) ದಿಂದ ಸ್ಪಷ್ಟವಾಗುತ್ತದೆ.

ಬಲಯುಗ್ಮದ ಮಹತ್ವ = ಒಂದು ಬಲ x ಯುಗ್ಮ ಬಾಹು

ಈ ಮಹತ್ವವು ಧನಾತ್ಮಕವಾಗಿದ್ದರೆ ವಸ್ತುವು ಅಪ್ರದಕ್ಷಿಣವಾಗಿಯೂ ಋಣಾತ್ಮಕವಾಗಿದ್ದಾಗ ಪ್ರದಕ್ಷಿಣವಾಗಿಯೂ ಸುತ್ತುತ್ತದೆ.

ಸಮಾಂತರ ಬಲಗಳ ಸಮಸ್ಥಿತಿ

ಒಂದು ವಸ್ತುವಿನ ಮೇಲೆ ಬಲಪ್ರಯೋಗವಾದಾಗ ಅದು ಎರಡು ಬಗೆಯ ಚಲನೆಯನ್ನು ಹೊಂದಿರುತ್ತದೆ. ಸ್ಥಾನಾಂತರ ಮತ್ತು ಸುತ್ತುವಿಕೆಗಳೇ ಈ ಚಲನೆಗಳು. ಆ ವಸ್ತುವು ಸಮಸ್ಥಿತಿಯಲ್ಲಿರಬೇಕಾದರೆ -

i) ಬಲಗಳ ಸಮತಲದಲ್ಲಿರುವ ಯಾವುದಾದರೂ ಎರಡು ಪರಸ್ಪರ ಲಂಬವಾದ ದಿಕ್ಕುಗಳಲ್ಲಿ ಬಲಗಳ ಆಯತಾಂಗಗಳ ಬೀಜೀಯ ಮೊತ್ತವು ಬೇರೆಬೇರೆಯಾಗಿ ಶೂನ್ಯವಾಗಬೇಕು.

ii) ಬಲಗಳ ಸಮತಲದಲ್ಲಿರುವ ಯಾವುದಾವರೊಂದು ಬಿಂದುವಿಗೆ ಸಂಬಂಧಿಸಿದಂತೆ ಬಲಗಳ ಮಹತ್ವಗಳ ಬೀಜೀಯ ಮೊತ್ತವು ಶೂನ್ಯವಾಗಿರಬೇಕು. ಈ ಎರಡೂ ಸಾಮಾನ್ಯ ನಿಯಮಗಳು.

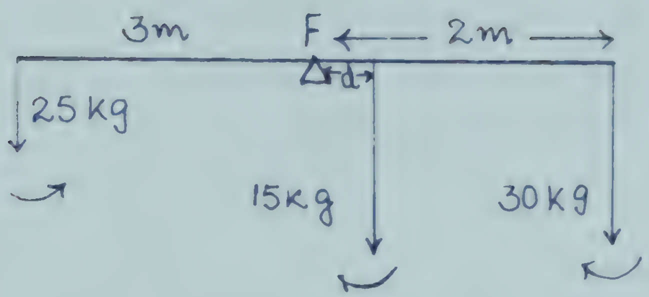
ಸಮಾಂತರ ಬಲಗಳ ಸಮಸ್ಥಿತಿಗೆ ಸಂಬಂಧಿಸಿದ ನಿಯಮಗಳು:

i) ಒಂದು ದಿಕ್ಕಿನಲ್ಲಿರುವ ಬಲಗಳ ಮೊತ್ತವು ವಿಮುಖ ದಿಕ್ಕಿನಲ್ಲಿರುವ ಬಲಗಳ ಮೊತ್ತಕ್ಕೆ ಸಮನಾಗಿರಬೇಕು.

ii) ಬಲಗಳ ಸಮತಲದಲ್ಲಿರುವ ಯಾವುದಾದರೊಂದು ಬಿಂದುವಿಗೆ ಸಂಬಂಧಿಸಿದ ಹಾಗೆ ಬಲಗಳ ಮಹತ್ವ ಬೀಜೀಯ ಮೊತ್ತವು ಶೂನ್ಯವಾಗಿರಬೇಕು.

ಉದಾಹರಣೆಗಳು

1. 25kg ಮತ್ತು 30kg ದ್ರವ್ಯರಾಶಿಯ ಇಬ್ಬರು ಹುಡುಗರು ಒಂದು ಏತದ ಆಧಾರ ಬಿಂದುವಿನಿಂದ ಕ್ರಮವಾಗಿ 3m ಮತ್ತು 2m ದೂರಗಳಲ್ಲಿ ಕುಳಿತಿದ್ದಾರೆ. 15kg ತೂಕದ ಮೂರನೆಯ ಹುಡುಗ ಯಾವ ಸ್ಥಾನದಲ್ಲಿ ಕುಳಿತರೆ ಏತ ಸಮತೋಲನದಲ್ಲಿರುತ್ತದೆ?



ಆಧಾರ ಬಿಂದು F ನಿಂದ ಮೂರನೆಯ ಹುಡುಗನು d ದೂರದಲ್ಲಿರಲಿ. F ಬಿಂದುವಿನ ಸುತ್ತ ಎಲ್ಲಾ ಬಲಗಳ ಮಹತ್ವಗಳನ್ನು ತೆಗೆದುಕೊಂಡರೆ,

ಅಪ್ರದಕ್ಷಿಣಾ ಮಹತ್ವ = ಪ್ರದಕ್ಷಿಣಾ ಮಹತ್ವ

$25 \times 3 = 15 \times d + 30 \times 2$

$15d = 15$

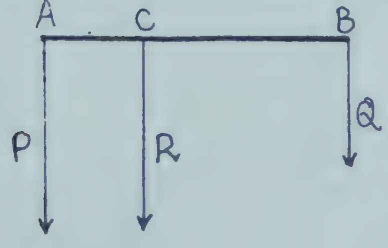
$\therefore\ d = 1$

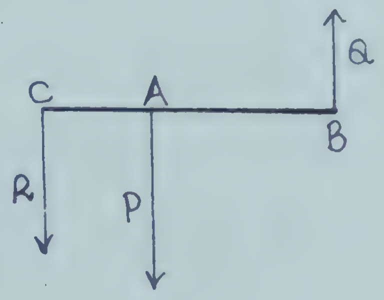
ಆಧಾರ ಬಿಂದುವಿನಿಂದ 1m ದೂರದಲ್ಲಿ ಎರಡನೆಯ ಹುಡುಗನ ದಿಕ್ಕಿನಲ್ಲಿ ಮೂರನೆಯ ಹುಡುಗನು ಕುಳಿತುಕೊಳ್ಳಬೇಕು.

2. 20m ಅಂತರದಲ್ಲಿ ಎರಡು ಸಮಾಂತರ ಬಲಗಳು ವರ್ತಿಸುತ್ತಿವೆ. ಅವು ಏಕಮುಖಿ ಬಲಗಳಾದರೆ ಅವುಗಳ ಫಲಿತ 120kg, ವಿಮುಖಿಗಳಾದರೆ 80kg . ಆ ಬಲಗಳನ್ನು ಮತ್ತು ಫಲಿತ ಬಲದ ಸ್ಥಾನವನ್ನು ಕಂಡುಹಿಡಿಯಿರಿ.

ಆ ಎರಡು ಬಲಗಳು P ಮತ್ತು Q ಗಳಾಗಿರಲಿ. ಅವು ಏಕಮುಖಿ ಬಲಗಳಾದಾಗ ಫಲಿತ $R = P+Q = 120$. ಅವು ವಿಮುಖಿ ಬಲಗಳಾದಾಗ ಫಲಿತ $R = P-Q = 80$. ಮೇಲಿನ ಸಮೀಕರಣಗಳನ್ನು ಬಿಡಿಸಿದಾಗ P = 100kg, Q = 20kg ಆಗಿರುತ್ತವೆ. P, Q ಮತ್ತು ಫಲಿತ R ಗಳು A, B ಮತ್ತು C ಬಿಂದುಗಳಲ್ಲಿ ವರ್ತಿಸಲಿ.

ಅವು ಏಕಮುಖಿ ಬಲವಾದಾಗ R, P ಯಿಂದ d ದೂರದಲ್ಲಿರಲಿ





$P \times AC = Q \times BC$

$100 \times d = 20\ (20-d)$

$d = 3.34m$

ಫಲಿತ ಬಲವು 100kg ಬಲದಿಂದ 3.34m ದೂರದಲ್ಲಿದೆ.

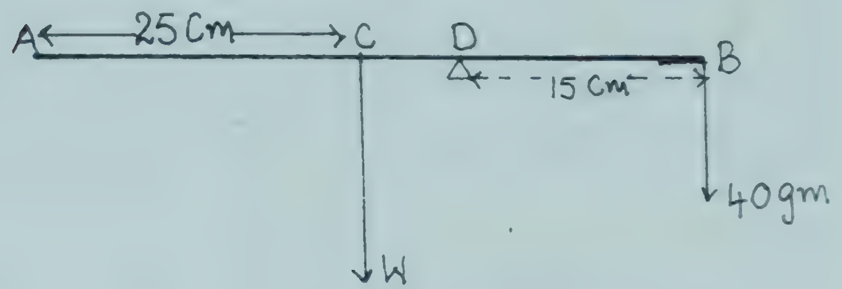
ವಿಮುಖ ಬಲಗಳಾದಾಗ :

$P \times AC = Q \times BC$

$100d = 20(20 + d)$ ಅಥವಾ $d = 5m$

ಫಲಿತ ಬಲವು 100kg ಬಲದಿಂದ 5m ದೂರದಲ್ಲಿದೆ.

3. 50cm ಉದ್ದದ ಸಮರೂಪದ ಒಂದು ಸ್ಕೇಲಿನ ಒಂದು ತುದಿಯಿಂದ 40gm ತೂಗುಹಾಕಿದಾಗ, ಆ ತುದಿಯಿಂದ 15cmನಲ್ಲಿ ಸಮತೋಲನವನ್ನು ಹೊಂದಿದರೆ, ಸ್ಕೇಲಿನ ದ್ರವ್ಯರಾಶಿ ಎಷ್ಟು?



ಸ್ಕೇಲಿನ ತೂಕವು ಅದರ ಮಧ್ಯಬಿಂದುವಾದ C ನಲ್ಲಿ ವರ್ತಿಸುತ್ತದೆ. B ಬಿಂದುವಿನಿಂದ 40kg ತೂಗುಹಾಕಿದಾಗ D ಬಿಂದುವಿನಲ್ಲಿ ಸ್ಕೇಲು ಸಮತೋಲನವನ್ನು ಹೊಂದಿರುತ್ತದೆ.

BC = 25cm, CD = 10cm, BD = 15cm

D ಬಿಂದುವಿನ ಸುತ್ತ ಮಹತ್ವಗಳನ್ನು ತೆಗೆದುಕೊಂಡರೆ ;

ಅಪ್ರದಕ್ಷಿಣಾ ಮಹತ್ವ = ಪ್ರದಕ್ಷಿಣಾ ಮಹತ್ವ

$$W \times CD = 40 \times BD$$

$$\therefore \quad W = \frac{40 \times 15}{10} = 60$$

ಸ್ಕೇಲಿನ ತೂಕ = 60gm

4. 100gm ದ್ರವ್ಯರಾಶಿಯ, ಸಮರೂಪದ ಮೀಟರ್ ಸ್ಕೇಲಿನ ಮೇಲೆ 20cm ನಲ್ಲಿ 60gm, 50cm ನಲ್ಲಿ 50gm ಮತ್ತು 75cm ನಲ್ಲಿ 75gm ತೂಗುಹಾಕಿದಾಗ, ಸ್ಕೇಲು ಯಾವ ಬಿಂದುವಿನಲ್ಲಿ ಸಮತೋಲನವನ್ನು ಹೊಂದುತ್ತದೆ?

ಸ್ಕೇಲಿನ ಮಧ್ಯ ಬಿಂದುವಿನಲ್ಲಿ

ಒಟ್ಟು ಬಲ =100 + 50 = 150gm

ಫಲಿತ ಬಲ F = 60 + 150 + 75 = 285gm

ಇದು ಸ್ಕೇಲಿನ ಒಂದು ತುದಿಯಿಂದ d ದೂರದಲ್ಲಿ ವರ್ತಿಸಲಿ. ಮಹತ್ವ ನಿಯಮದ ಪ್ರಕಾರ ಫಲಿತ ಬಲದ ಮಹತ್ವ ಉಳಿದ ಬಲಗಳ ಮಹತ್ವಕ್ಕೆ (ಬೀಜೀಯಮೊತ್ತ) ಸಮನಾಗಿರುತ್ತದೆ.

$$\therefore \quad d = \frac{(60 \times 20) + (150 \times 50) + (75 \times 75)}{285} = 50.26 \text{ cm}$$

ಸ್ಕೇಲು 50.26cm ನಲ್ಲಿ ಸಮತೋಲನವನ್ನು ಹೊಂದಿರುತ್ತದೆ.

ಅಭ್ಯಾಸ

ಒಂದು ಮತ್ತು ಎರಡು ಅಂಕಗಳ ಪ್ರಶ್ನೆಗಳು

1. ಬಲದ ಮಹತ್ವವೆಂದರೇನು?
2. ಬಲಯುಗ್ಮ ಎಂದರೇನು?
3. ಬಲಯುಗ್ಮಕ್ಕೆ ನಿತ್ಯಜೀವನದಲ್ಲಿ ಬಳಸುವ ಎರಡು ಉದಾಹರಣೆ ಕೊಡಿ.
4. ಬಲದ ಮಹತ್ವದ ವಿಷಯವಾಗಿ ಟಿಪ್ಪಣಿ ಬರೆಯಿರಿ.
5. ಬಲಯುಗ್ಮದ ಮಹತ್ವಕ್ಕೆ ಗಣಿತೋಕ್ತಿ ಕೊಡಿ.
6. ಯುಗ್ಮದ ಮಹತ್ವವು ಅದನ್ನು ತೆಗೆದುಕೊಳ್ಳುವ ಸ್ಥಾನವನ್ನು ಅವಲಂಬಿಸಿಲ್ಲವೆಂದು ತೋರಿಸಿ.
7. ಒಂದು ಬಲದ ಮಹತ್ವವು ಅವಲಂಬಿಸಿರುವ ಅಂಶಗಳಾವುವು?
8. ಒಂದು ವಸ್ತುವನ್ನು ಸಮಸ್ಥಿತಿಯಲ್ಲಿಡಲು ಬೇಕಾದ ಸಮಾಂತರ ಬಲಗಳ ಕನಿಷ್ಠ ಸಂಖ್ಯೆ ಎಷ್ಟು? ವಿವರಿಸಿ.
9. ಬರಿಗೈಯಿಂದ ಅಲುಗಿಸಲಾಗದ ಬಂಡೆಯನ್ನು ಉದ್ದನೆಯ ಹಾರೆಯಿಂದ ಸುಲಭವಾಗಿ ಜರುಗಿಸಬಹುದು, ಏಕೆ? ಕಾರಣ ಕೊಡಿ.
10. ಸೈಕಲ್ ಸವಾರಿ ಮಾಡುವಾಗ ಒಂದೇ ಕೈ ಉಪಯೋಗಿಸಿ ಅದನ್ನು ತಿರುಗಿಸಬಹುದು. ಕಾರಣ ತಿಳಿಸಿ.

ನಾಲ್ಕು ಅಂಕಗಳ ಪ್ರಶ್ನೆಗಳು

1. ಎರಡು ಏಕಮುಖಿ ಸಮಾಂತರ ಬಲಗಳ ಫಲಿತ ಬಲವನ್ನು ಮತ್ತು ಅದು ವರ್ತಿಸುವ ಸ್ಥಾನವನ್ನು ಚಿತ್ರಸಹಿತ ವಿವರಿಸಿ.
2. ಬಲಯುಗ್ಮದ ಮಹತ್ವವನ್ನು ಉದಾಹರಣೆ ಸಹಿತ ವಿವರಿಸಿ.
3. ಎರಡು ವಿಮುಖಿ ಸಮಾಂತರ ಬಲಗಳ ಫಲಿತ ಬಲವನ್ನು ಮತ್ತು ಅದು ವರ್ತಿಸುವ ಸ್ಥಾನವನ್ನು ಚಿತ್ರಸಹಿತ ವಿವರಿಸಿ.
4. ಸಮಾಂತರ ಬಲಗಳ ಸಮಸ್ಥಿತಿಯ ನಿಬಂಧನೆಗಳನ್ನು ತಿಳಿಸಿ.

ಐದು ಅಂಕಗಳ ಪ್ರಶ್ನೆಗಳು

1. 6m ಉದ್ದದ ಸಮಮಟ್ಟದಲ್ಲಿರುವ ದೋಣ್ಣೆಯೊಂದು ಅದರ ಒಂದು ತುದಿಯ ಸುತ್ತ ಸುತ್ತುವಂತಿದೆ. ಆ ಕೊನೆಯಿಂದ 4m ದೂರದಲ್ಲಿ ಅದಕ್ಕೆ ಲಂಬವಾಗಿ 18kg ತೂಕದ ಬಲವೊಂದು ಪ್ರಯೋಗವಾಗಿದೆ. ಅದೇ ತುದಿಯಿಂದ 3m ದೂರದಲ್ಲಿ ಪ್ರಯೋಗಿಸಿದ ಯಾವ ಬಲವು ದೋಣ್ಣೆಯನ್ನು ಸಮಸ್ಥಿತಿಗೆ ತರಬಲ್ಲುದು? (24kg)

2. 30kg ಮತ್ತು 20kg ತೂಕದ ಇಬ್ಬರು ಬಾಲಕರು ಏತ-ಪಾತ ಆಟವಾಡುತ್ತಿದ್ದಾರೆ. ಅವರುಗಳು ತೋಲೆಯ ಅಕ್ಷದಿಂದ ಎರಡು ಪಕ್ಕದಲ್ಲಿ 2m ಮತ್ತು ಅರ್ಧ ಮೀಟರ್ ದೂರದಲ್ಲಿ ಕುಳಿತಿದ್ದಾರೆ. 25kg ಯ ಮತ್ತೊಬ್ಬ ಬಾಲಕನು ಎಲ್ಲಿ ಕುಳಿತರೆ ಏತ - ಫಾತ ಸಮಮಟ್ಟದಲ್ಲಿರುತ್ತದೆ? (ಎರಡನೆಯ ಕಡೆ 2m)

3. ಒಬ್ಬ ವೃದ್ಧ ಮತ್ತು ಯುವಕ 3m ಉದ್ದದ ಹಗುರವಾದ ಕೋಲಿಗೆ 120kg ತೂಕದ ವಸ್ತುವನ್ನು ನೇತುಹಾಕಿ ಎತ್ತಿಕೊಂಡು ಹೋಗುತ್ತಿದ್ದಾರೆ. ಯುವಕನು ಒಟ್ಟುತೂಕದ $\frac{1}{4}$ ರಷ್ಟನ್ನು ಮಾತ್ರ ಹೊರಬೇಕಾದರೆ ತೂಕವನ್ನು ಎಲ್ಲಿ ತೂಗುಹಾಕಬೇಕು? (ವೃದ್ಧನ ತುದಿಯಿಂದ 0.75m).

4. 2m ಉದ್ದ ಮತ್ತು 1kg ತೂಕದ ಸಮರೂಪದ ನೇರ ಕೋಲಿಗೆ 1kg, 2kg ಮತ್ತು 2kg ತೂಕಗಳನ್ನು ಅನುಕ್ರಮವಾಗಿ 25cm, 50cm ಮತ್ತು 75cm ದೂರದಲ್ಲಿ ತೂಗುಹಾಕಿದೆ. ಅದು ಯಾವ ಬಿಂದುವಿನಲ್ಲಿ ಸಮಸ್ಥಿತಿಗೆ ಬರುವುದೆಂದು ಕಂಡುಹಿಡಿಯಿರಿ. (ಒಂದು ತುದಿಯಿಂದ 62.5cm)

5. 48kg ತೂಕದ ಏಣಿಯನ್ನು ನುಣುಪಾದ ನೆಲದ ಮೇಲಿಟ್ಟು ಗೋಡೆಗೆ ಒರಗಿಸಿದೆ. ಏಣಿಯು ಕ್ಷಿತಿಜಕ್ಕೆ 30^0 ಕೋನದಲ್ಲಿದೆ.ಏಣಿ ಜಾರದಿರಲು ಆರೋಪಿಸಬೇಕಾದ ಕ್ಷಿತಿಜದ ದಿಕ್ಕಿನಲ್ಲಿನ ಬಲವೆಷ್ಟು?

($24\sqrt{3}$ kg ತೂಕ)

೪

ಪ್ರವಾಹಿಗಳ ಸಮಸ್ಥಿತಿ

4.1 ದ್ರವಸ್ಥಾಯಿ

ದ್ರವ ಮತ್ತು ಅನಿಲಗಳನ್ನು ಒಟ್ಟಾಗಿ **ಪ್ರವಾಹಿಗಳೆಂದು** ಕರೆಯಲಾಗುತ್ತದೆ. ದ್ರವಕ್ಕೆ ತನ್ನದೇ ಆದ ಗಾತ್ರವಿದೆ; ಆದರೆ ತನ್ನದೆ ಆದ ಆಕಾರವಿಲ್ಲ. ಅದಿಟ್ಟಿರುವ ಪಾತ್ರೆಯ ಆಕಾರವೇ ದ್ರವದ ಆಕಾರ. ದ್ರವಕ್ಕೆ ಮುಕ್ತ ಮೇಲ್ಮೈ ಇದೆ. ಅನಿಲಕ್ಕಾದರೋ ತನ್ನದೇ ಆದ ಗಾತ್ರವೂ ಇಲ್ಲ, ಆಕಾರವೂ ಇಲ್ಲ, ಹಾಗೆಯೇ ಮುಕ್ತ ಮೇಲ್ಮೈ ಕೂಡ ಇಲ್ಲ. ಆದರೆ ಎರಡಕ್ಕೂ ಒಂದು ಕಡೆಯಿಂದ ಮತ್ತೊಂದು ಕಡೆಗೆ ಪ್ರವಹಿಸುವ ಗುಣವುಂಟು. ಈ ಕಾರಣದಿಂದಾಗಿ ದ್ರವ ಮತ್ತು ಅನಿಲಗಳನ್ನು ಒಟ್ಟಾಗಿ ಪ್ರವಾಹಿಗಳೆಂದು ಹೆಸರಿಸಲಾಗಿದೆ.

ಒತ್ತಡ

ಒಂದು ಪಾತ್ರೆಯಲ್ಲಿರುವ ದ್ರವವು ಅದರ ತಳ ಹಾಗೂ ಬದಿಗಳ ಮೇಲೆ ಬಲವನ್ನು ಆರೋಪಿಸುತ್ತದೆ. **ಒಂದು ದ್ರವದೊಡನೆ (ಪ್ರವಾಹಿ) ಸಂಪರ್ಕ ಹೊಂದಿರುವ ತಲದ ಏಕಮಾನ ಕ್ಷೇತ್ರದ ಮೇಲೆ ಆರೋಪವಾಗಿರುವ ಬಲಕ್ಕೆ ಒತ್ತಡ ಎಂದು ಹೆಸರು.**

ಒಂದು ಬಿಂದುವನ್ನು ಸುತ್ತುವರಿದ ಸಣ್ಣಕ್ಷೇತ್ರ dA ಮೇಲೆ ಲಂಬವಾಗಿ ದ್ರವವು ಆರೋಪಿಸುವ ಬಲವು dF ಆದಾಗ, ಬಿಂದುವಿನಲ್ಲಿನ ಒತ್ತಡ,

$P = dF/dA$ ಆಗಿರುತ್ತದೆ.

ಒತ್ತಡದ ಮಾನಗಳು : $dyne/cm^2$, cgs ನಲ್ಲಿ

lb/ft^2 FPS ನಲ್ಲಿ

N/m^2 SI ನಲ್ಲಿ.

SI ನಲ್ಲಿ ಒತ್ತಡಕ್ಕೆ ಪಾಸ್ಕಲ್ ಎಂದೂ ಕರೆಯಲಾಗುತ್ತದೆ.

ನಿಶ್ಚಲಾವಸ್ಥೆಯಲ್ಲಿರುವ ದ್ರವಗಳು ಹೇರುವ ಒತ್ತಡದ ಬಗ್ಗೆ ಕೆಲ ಅಂಶಗಳನ್ನು ನೆನಪಿನಲ್ಲಿಡಬೇಕು.

i) ಪಾತ್ರೆಯಲ್ಲಿರುವ ದ್ರವವು ತಾನಿರುವ ಪಾತ್ರೆಯ ಬದಿಗಳ ಮೇಲೆ ಲಂಬವಾಗಿ ಒತ್ತಡ ಹಾಕುತ್ತದೆ. ಅಂದರೆ ದ್ರವದೊಳಗೆ ಮುಳುಗಿರುವ ವಸ್ತುವಿನ ಎಲ್ಲಾ ಬದಿಗಳ ಮೇಲೆ ವರ್ತಿಸುವ ಬಲಗಳು ಲಂಬವಾಗಿರುತ್ತವೆ.

ii) ದ್ರವದೊಳಗಿನ ಬಿಂದುವಿನ ಮೇಲೆ ದ್ರವದ ಒತ್ತಡವು ಎಲ್ಲಾ ದಿಕ್ಕುಗಳಲ್ಲಿಯೂ ಏಕಪ್ರಮಾಣದಲ್ಲಿರುತ್ತದೆ.

iii) ದ್ರವದೊಳಗಿನ ಒಂದು ಬಿಂದುವಿನ ಮೇಲಿನ ಒತ್ತಡ ಅದು ದ್ರವದ ಮುಕ್ತಮೇಲ್ಮೈಯಿಂದ ಇರುವ ದೂರವನ್ನವಲಂಬಿಸಿರುತ್ತದೆ.

ದ್ರವದ ಮುಕ್ತ ಮೊರಮೈಯಿಂದ h ಆಳದಲ್ಲಿರುವ ಒಂದು ಬಿಂದುವಿನಲ್ಲಿನ ಒತ್ತಡವನ್ನು, ಒತ್ತಡ = ದ್ರವದ ಸಾಂದ್ರತೆ x ಗುರುತ್ವವೇಗೋತ್ಕರ್ಷ x ಆಳ

$P = \rho gh$ ಎಂದು ಸೂಚಿಸಲಾಗುತ್ತದೆ.

iv) ದ್ರವದೊಳಗೆ ಒಂದೇ ಸಮತಲದಲ್ಲಿರುವ ಎಲ್ಲ ಬಿಂದುಗಳಲ್ಲಿನ ಒತ್ತಡವು ಏಕಪ್ರಕಾರವಾಗಿರುತ್ತದೆ.

v) ದ್ರವದ ಮುಕ್ತ ಮೇಲ್ಮೈ ಒಂದೇ ಸಮತಲದಲ್ಲಿರುತ್ತದೆ.

ಒತ್ತುಬಲ - ನಿರ್ದಿಷ್ಟ ಸಮತಲಕ್ಷೇತ್ರದ ಮೇಲೆ ಲಂಬವಾಗಿ ವರ್ತಿಸುವ ಒಟ್ಟು ಬಲಕ್ಕೆ ಒತ್ತುಬಲವೆಂದು ಹೆಸರು.

ಒತ್ತುಬಲ = ಒತ್ತಡ x ವಿಸ್ತೀರ್ಣ. ಒತ್ತಡವು ಒಂದೇ ಸಮನಾಗಿದ್ದಲ್ಲಿ ನೇರವಾಗಿ ಮೇಲಿನ ಸಮೀಕರಣವನ್ನು ಬಳಸಬಹುದು. ಇಲ್ಲದಿದ್ದಲ್ಲಿ ಸರಾಸರಿ ಒತ್ತಡವನ್ನು ಗಣನೆಗೆ ತೆಗೆದುಕೊಳ್ಳಬೇಕಾಗುತ್ತದೆ.

ವಾತಾವರಣದ ಒತ್ತಡ

ವಾಯುಮಂಡಲವು ಸದಾ ಭೂಮಿಯ ಮೇಲಿನ ವಸ್ತುಗಳ ಮೇಲೆ ತನ್ನ ಒತ್ತಡವನ್ನು ಹೇರಿದೆ. ಸಮುದ್ರದಲ್ಲಿನ ನೀರು ಅದರ ತಲದ ಮೇಲೆ ಒತ್ತಡ ಹೇರಿದಂತೆ, ಭೂಮಿಯನ್ನು ಸುತ್ತುವರಿದಿರುವ ಗಾಳಿಯು ಭೂಮಿಯ ಮೊರಮೈಮೇಲೆ ಒತ್ತಡ ಹೇರಿದೆ. ಇದು ಅದರ ತೂಕಕ್ಕೆ ಸಮನಾಗಿದೆ. ವಾಯುಭಾರಮಾಪಿಯ ನೆರವಿನಿಂದ ಒಂದು ಸ್ಥಳದಲ್ಲಿನ ಗಾಳಿಯ ಒತ್ತಡವನ್ನು ಕಂಡುಹಿಡಿಯಬಹುದು. ಈ ಒತ್ತಡವನ್ನು ಸಾಧಾರಣವಾಗಿ ಸ್ತಂಭಾಕಾರದ

ಪಾದರಸದ ತೂಕದ ಮಾನದಲ್ಲಿ ಹೇಳುವುದು ವಾಡಿಕೆ. ಪಾದರಸವಲ್ಲದೆ ಬೇರೆ ಯಾವ ದ್ರವವನ್ನಾದರೂ ಈ ಕೆಲಸಕ್ಕೆ ಉಪಯೋಗಿಸಬಹುದು. ದ್ರವದ ಸಾಂದ್ರತೆ ρ ಮತ್ತು ಅದರ ಸ್ತಂಭದ ಎತ್ತರ h ಆಗಿದ್ದರೆ, ವಾಯುಮಂಡಲದ ಒತ್ತಡ ρgh ಗೆ ಸಮ. ವಾತಾವರಣದ ಸಾಂದ್ರತೆಯು ಒಂದೇ ಸಮನಾಗಿರದೆ, ಮೇಲಕ್ಕೆ ಹೋದಂತೆ ಅದು ತ್ವರಿತವಾಗಿ ಕಡಿಮೆಯಾಗುತ್ತದೆ. ಸಮುದ್ರಮಟ್ಟದಲ್ಲಿ ವಾಯುಮಂಡಲ ಹೊಂದಿರುವ ಸಾಂದ್ರತೆಯನ್ನು ಆಧರಿಸಿ ವಾಯುಮಂಡಲ ಆವರಿಸಿರುವ ಎತ್ತರವನ್ನು ಲೆಕ್ಕಿಸಬಹುದು. ಈ ಎತ್ತರ ಸರಾಸರಿ ಸುಮಾರು 8km. ವಾಯುಮಂಡಲದ ಒತ್ತಡವನ್ನು ನಿದರ್ಶನಮಾಡುವ ಪ್ರಯೋಗದಲ್ಲಿ ಸಂದುಬಿಡದೆ ಒಂದಕ್ಕೊಂದು ಹೊಂದಿಕೊಳ್ಳುವ ಹಿತ್ತಾಳೆಯ ಎರಡು ಪೊಳ್ಳು ಅರ್ಧಗೋಳಗಳನ್ನು ತಕ್ಕಂತೆ ಜೋಡಿಸಿ, ಒಳಗಿರುವ ಗಾಳಿಯನ್ನು ವಾಯುರೇಚಕದ ಮೂಲಕ ಹೊರತೆಗೆದರೆ ಅವು ಬಿಗಿಯಾಗಿ ಕಚ್ಚಿಕೊಳ್ಳುತ್ತವೆ. ಇಂತಹ ಎರಡು ಅರ್ಧ ಗೋಳಗಳು 'ಮ್ಯಾಗ್ಡಿಬರ್ಗ್' ಅರ್ಧಗೋಳಗಳೆಂದು ಪ್ರಸಿದ್ಧವಾಗಿವೆ.

ಬಿಂದುವೊಂದರಲ್ಲಿ ದ್ರವದ ಒತ್ತಡ

ನಿಶ್ಚಲಾವಸ್ಥೆಯಲ್ಲಿರುವ ದ್ರವದಲ್ಲಿ ಒಂದು ಫಲಕವನ್ನು ಚಿತ್ರ 4.1.1 ರಲ್ಲಿ ತೋರಿಸಿರುವಂತೆ ಮುಳುಗಿಸಿದೆ. ಫಲಕದ ಬೇರೆಬೇರೆ ಬಿಂದುಗಳು ದ್ರವದ ಮುಕ್ತ ಮೇಲ್ಮೈಯಿಂದ ಬೇರೆಬೇರೆ ಆಳದಲ್ಲಿರುವುದನ್ನು ಕಾಣಬಹುದು.

ಫಲಕದ ಒಟ್ಟು ಕ್ಷೇತ್ರಫಲವು A ಆಗಿದ್ದು ಅದನ್ನು dA ಕ್ಷೇತ್ರಫಲದ ಚಿಕ್ಕಚಿಕ್ಕಭಾಗಗಳಾಗಿ ವಿಂಗಡಿಸಿದೆ. h ಆಳದಲ್ಲಿರುವ ಭಾಗದ ಮೇಲೆ ವರ್ತಿಸುವ ಒತ್ತುಬಲ $dF = \rho gh \times dA$

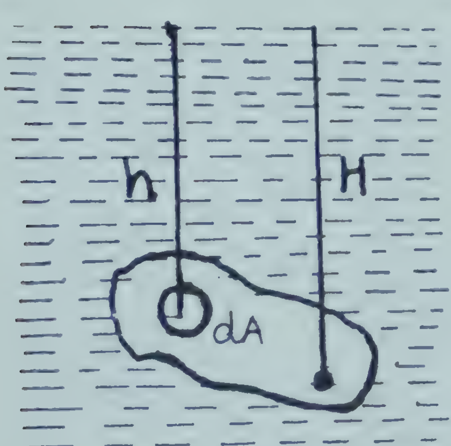
ρ ದ್ರವದ ಸಾಂದ್ರತೆ

ಒಟ್ಟು ಒತ್ತು ಬಲ $= \Sigma \rho gh \times dA$

ಫಲಿತ ಒತ್ತುಬಲವು ಫಲಕದ ಮೇಲಿನ ನಿರ್ದಿಷ್ಟ ಬಿಂದುವಿನಲ್ಲಿ ವರ್ತಿಸಿದಾಗ

$$\Sigma \rho gh \times dA = \rho g H \times A$$

H ಫಲಿತ ಒತ್ತುಬಲವು ವರ್ತಿಸುವ ಬಿಂದು. ಇದಕ್ಕೆ ಒತ್ತಡ ಕೇಂದ್ರವೆಂದು ಹೆಸರು.



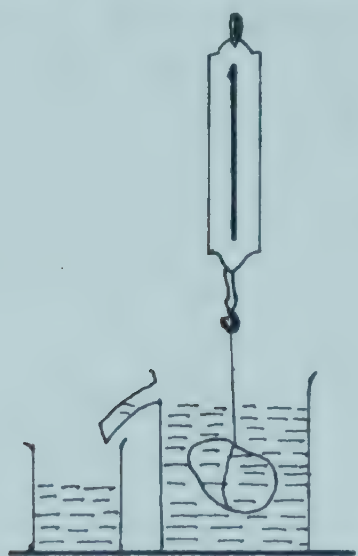
ಚಿತ್ರ 4.1.1

ನಿಶ್ಚಲಾವಸ್ಥೆಯಲ್ಲಿನ ದ್ರವದಲ್ಲಿ ಮುಳುಗಿರುವ ಫಲಕದ ಮೇಲ್ಮೈ ಮೇಲಿನ ಫಲಿತ ಒತ್ತು ಬಲವು ಒತ್ತಡ ಕೇಂದ್ರದಲ್ಲಿ ವರ್ತಿಸುತ್ತದೆ.

ಆರ್ಕಿಮಿಡೀಸನ ತತ್ವ

ದ್ರವದಲ್ಲಿ ಭಾಗಶಃ ಅಥವಾ ಸಂಪೂರ್ಣವಾಗಿ ಮುಳುಗಿದ ಕಾಯವು ತಾತ್ಕಾಲಿಕವಾಗಿ ತನ್ನ ತೂಕದ ಒಂದು ಭಾಗವನ್ನು ಕಳೆದುಕೊಳ್ಳುತ್ತದೆ; ಹೀಗೆ ಕಳೆದುಕೊಂಡ ತೂಕವು ಅದು ಹೊರಚೆಲ್ಲಿದ ದ್ರವದ ತೂಕಕ್ಕೆ ಸಮನಾಗಿರುತ್ತದೆ.

ಯಾವುದಾದರೊಂದು ವಸ್ತುವನ್ನು ಸ್ಪ್ರಿಂಗ್ ತ್ರಾಸಿನ ಕೊಂಡಿಯಿಂದ ನೇತುಹಾಕಿದರೆ ಅದು ವಸ್ತುವಿನ ತೂಕವನ್ನು ತೋರಿಸುತ್ತದೆ. ಅದೇ ವಸ್ತುವನ್ನು ನೀರಿನಲ್ಲಿ ಅಥವಾ ದ್ರವದಲ್ಲಿ ಮುಳುಗಿಸಿದರೆ ತ್ರಾಸು ಸೂಚಿಸುವ ತೂಕವು ಕಡಿಮೆಯಾಗುತ್ತದೆ. ಮುಳುಗಿದ ವಸ್ತುವು ತನ್ನ ಗಾತ್ರಕ್ಕೆ ತಕ್ಕಷ್ಟು ನೀರು ಅಥವಾ ದ್ರವವನ್ನು ಹೊರಚೆಲ್ಲುತ್ತದೆ. ಚಿತ್ರ (4.1.2) ದಲ್ಲಿ ತೋರಿಸಿರುವಂತೆ ಹೊರಚೆಲ್ಲಿದ ನೀರನ್ನು ಸಂಗ್ರಹಿಸಿ ಅದರ ತೂಕವನ್ನು ಕಂಡುಹಿಡಿದರೆ, ಆ ತೂಕವು ಮುಳುಗಿದ ವಸ್ತುವು ತಾತ್ಕಾಲಿಕವಾಗಿ ಕಳೆದುಕೊಂಡ ತೂಕಕ್ಕೆ ಸಮನಾಗಿರುತ್ತದೆ. ಆರ್ಕೀಮಿಡೀಸನ ತತ್ವವನ್ನು ಬಳಸಿಕೊಂಡು ಅಂಕುಡೊಂಕಾದ ವಸ್ತುವಿನ ಗಾತ್ರ, ವಸ್ತುವಿನ ಸಾಂದ್ರತೆ, ವಿಶಿಷ್ಟ ಗುರುತ್ವ, ಲೋಹಗಳ ಮಿಶ್ರಣದ ಪ್ರಮಾಣವೇ ಮುಂತಾದುವುಗಳನ್ನು ಕಂಡುಹಿಡಿಯಬಹುದು.



ಚಿತ್ರ 4.1.2

ಪ್ಲವನತೆ

ತನ್ನಲ್ಲಿ ಮುಳುಗಿರುವ ವಸ್ತುವಿನ ಮೇಲೆ ದ್ರವವು ಆರೋಪಿಸುವ ಮೇಲ್ಮುಖ ಒತ್ತುಬಲಕ್ಕೆ **ಪ್ಲವನತೆ** ಎಂದು ಹೆಸರು. ಪ್ಲವನತೆಯು ಆರೋಪಿತವಾಗಿರುವ ಬಿಂದುವಿಗೆ **ಪ್ಲವನತಾಕೇಂದ್ರ**ವೆಂದೂ, ವಸ್ತುವಿನ ತೂಕವು ಆರೋಪವಾಗಿರುವ ಬಿಂದುವಿಗೆ **ಗುರುತ್ವಕೇಂದ್ರ**ವೆಂದೂ ಕರೆಯಲಾಗುತ್ತದೆ. ಈ ಎರಡೂ ಬಿಂದುಗಳು ಒಂದೇ ಲಂಬ ರೇಖೆಯಲ್ಲಿರುತ್ತವೆ. ಪ್ಲವನತೆಯಿಂದಾಗಿ ದ್ರವಕ್ಕಿಂತ ಕಡಿಮೆ ಸಾಂದ್ರತೆಯುಳ್ಳ ಕಾಯಗಳು ಅದರಲ್ಲಿ ತೇಲುತ್ತವೆ. ಬಲೂನ್ ಮೇಲೆಮೇಲೆ

ಇರುವುದಕ್ಕೆ ಗಾಳಿಯ ಪ್ಲವನತೆಯೇ ಕಾರಣ. ಪ್ಲವನತಾಕೇಂದ್ರವು ಗುರುತ್ವ ಕೇಂದ್ರಕ್ಕಿಂತ ಮೇಲಿದ್ದರೆ ವಸ್ತುವು ಸ್ಥಿರ ಸಮಸ್ಥಿತಿಯಲ್ಲಿರುತ್ತದೆ. ಹಾಗಿಲ್ಲದೆ ಅದು ಗುರುತ್ವಕೇಂದ್ರಕ್ಕಿಂತ ಕೆಳಗೆ ಇದ್ದರೆ ಅಸ್ಥಿರ ಸಮಸ್ಥಿತಿಯಲ್ಲೂ ಎರಡೂ ಬಿಂದುಗಳು ಸಮಪಾತವಾಗಿದ್ದಾಗ ತಟಸ್ಥ ಸಮಸ್ಥಿತಿಯಲ್ಲೂ ವಸ್ತುಗಳು ಇರುತ್ತವೆ.

ಉದಾಹರಣೆಗಳು

1. ಸಮುದ್ರದಲ್ಲಿ ಯಾವ ಆಳದಲ್ಲಿ ವಾಯುಮಂಡಲದ ಒತ್ತಡದ 10 ರಷ್ಟು ಒತ್ತಡವಿರುತ್ತದೆ? (ವಾಯುಮಂಡಲದ ಒತ್ತಡ 75cm ಪಾದರಸದಷ್ಟು, ಪಾದರಸದ ಸಾಂದ್ರತೆ = $1.36 \times 10^4 kg\ m^{-3}$, ಸಮುದ್ರದ ನೀರಿನ ಸಾಂದ್ರತೆ $1.025 \times 10^3 kgm^{-3}$, $g = 9.8\ ms^{-2}$

ನೀರಿನ ಒತ್ತಡ $= \rho_w\ g\ h_w = 1.025 \times 10^3 \times 9.8 \times h_w$

ವಾಯುಮಂಡಲ ಒತ್ತಡ $= 1.36 \times 10^4 \times 9.8 \times 75 \times 10^{-2}$

ಒಟ್ಟು ಒತ್ತಡ $= 9.8 \times 10^3 \{1.025h + 13.6 \times 0.75\}$

ಈ ಒತ್ತಡವು ವಾಯುಮಂಡಲದ ಒತ್ತಡದ 10 ಪಟ್ಟು ಇರಬೇಕು.

$\therefore\ 9.8 \times 10^3 \{1.025h + 13.6 \times 0.75\} = 10 \times 1.36 \times 10^4 \times 9.8 \times 0.75$

ಅಥವಾ $1.025h = 10 \times 13.6 \times 0.75 - 13.6 \times 0.75$

$$h = \frac{9 \times 13.6 \times 0.75}{1.0025} = 89.6\ m.$$

ಈ ಆಳದಲ್ಲಿ ಒತ್ತಡವು ವಾಯುಮಂಡಲ ಒತ್ತಡದ 10 ರಷ್ಟಿರುತ್ತದೆ.

2. U ಕೊಳವೆಯನ್ನು ಭಾಗಶಃ ಪಾದರಸದಿಂದ ತುಂಬಿ, ಒಂದು ಅಂಗದಲ್ಲಿ ನೀರನ್ನೂ ಮತ್ತೊಂದರಲ್ಲಿ ಗ್ಲಿಸರೀನ್ ಅನ್ನೂ ಹಾಕಿದೆ. ಎರಡು ಅಂಗಗಳಲ್ಲಿ ಪಾದರಸದ ಮಟ್ಟ ಒಂದೇ ಇದ್ದಾಗ ನೀರಿನ ಸ್ತಂಭದ ಎತ್ತರ 15.75cm ಮತ್ತು ಗ್ಲಿಸರೀನಿನ ಸ್ತಂಭದ ಎತ್ತರ 12.5cm ಆಗಿದ್ದಲ್ಲಿ ಗ್ಲಿಸರೀನಿನ ಸಾಂದ್ರತೆಯಷ್ಟು?

(ನೀರಿನ ಸಾಂದ್ರತೆ $1 \times 10^3 kgm^{-3}$)

ಒತ್ತಡವು ಎರಡು ಅಂಗಗಳ ಪಾದರಸಮಟ್ಟದಲ್ಲಿ ಒಂದೇ ಆಗಿರುತ್ತದೆ.

ಒತ್ತಡ $= \rho gh$

ನೀರಿನ ಸ್ಥಂಬದ ಒತ್ತಡ $= 1 \times 10^3 \times 9.8 \times 15.75 \times 10^{-2}$

ಗ್ಲಿಸಿರೀನ್ ಸ್ಥಂಬದ ಒತ್ತಡ $= \rho \times 9.8 \times 12.5 \times 10^{-2}$

$\therefore\ \rho \times 12.5 = 15.75 \times 10^3$

ಅಥವಾ $\rho = \dfrac{15.75 \times 10^3}{12.5} = 1.26 \times 10^3\ kgm^{-3}$

ಗ್ಲಿಸಿರೀನ್ ಸಾಂದ್ರತೆ $= 1.26 \times 10^3 kgm^{-3}$

3. ಒಂದು ಗಾಜಿನ ತುಂಡು ಗಾಳಿಯಲ್ಲಿ 50ಗ್ರಾಂ ಮತ್ತು ನೀರಿನಲ್ಲಿ ಮುಳುಗಿದಾಗ 30 ಗ್ರಾಂ ತೂಗುತ್ತದೆ. ಅದರ ಗಾತ್ರವೆಷ್ಟು? ಗಾಜಿನ ಸಾಂದ್ರತೆಯೆಷ್ಟು? ಅದು ಸೀಮೆಎಣ್ಣೆಯಲ್ಲಿ ಮುಳುಗಿದಾಗ ತೂಕವೆಷ್ಟಿರುತ್ತದೆ? (ಸೀಮೆಎಣ್ಣೆಯ ಸಾಂದ್ರತೆ $8 \times 10^2 kgm^{-3}$, ನೀರಿನ ಸಾಂದ್ರತೆ 1×10^3 kgm-^{3})

ನೀರಿನಲ್ಲಿ ಗಾಜಿನ ತೂಕದಲ್ಲಾದ ತೋರಿಕೆಯನಷ್ಟ = 50-30 = 20 ಗ್ರಾಂ

ವಿಸ್ಥಾಪಿತ ನೀರಿನ ತೂಕ = 20 ಗ್ರಾಂ

ಗಾಜಿನ ಸಾಂದ್ರತೆ $= \dfrac{50}{20} = 2.5 gm/cc = 2.5 \times 10^3\ kg/m^3$

ವಿಸ್ಥಾಪಿತ ಸೀಮೆಎಣ್ಣೆಯ ಗಾತ್ರ = 20cc

ವಿಸ್ಥಾಪಿತ ಸೀಮೆಎಣ್ಣೆಯ ತೂಕ $= 20 \times 10^{-6} \times 8 \times 10^2 = 1.6 \times 10^{-2} kg$

ಸೀಮೆಎಣ್ಣೆಯಲ್ಲಿ ತೋರಿಕೆಯ ತೂಕ = 50 -16 = 34 ಗ್ರಾಂ

$= 3.4 \times 10^{-2} kg$

ಅಭ್ಯಾಸ

1) ಒತ್ತುಬಲ ಮತ್ತು ಒತ್ತಡಗಳಿಗಿರುವ ವ್ಯತ್ಯಾಸವೇನು? ಅವುಗಳ ಸಂಬಂಧವನ್ನು ತಿಳಿಸಿ.
2) ಒತ್ತಡದ ಮಾನಗಳನ್ನು ತಿಳಿಸಿ. ದ್ರವಒತ್ತಡಕ್ಕೆ ಗಣಿತೋಕ್ತಿಯನ್ನು ಕೊಡಿ.
3) ಸಮುದ್ರದ ಆಳಕ್ಕೆ ಹೋದಂತೆ ಒತ್ತಡವು ಹೇಗೆ ಬದಲಾಗುತ್ತದೆ? ವಿವರಿಸಿ.

4) ಆರ್ಕಿಮಿಡೀಸ್ ತತ್ತ್ವವನ್ನು ನಿರೂಪಣೆಯೊಂದಿಗೆ ವಿವರಿಸಿ.

5) ಆರ್ಕಿಮಿಡೀಸ್ ತತ್ತ್ವವನ್ನಾಧರಿಸಿ ವಸ್ತುವೊಂದರ ಸಾಂದ್ರತೆಯನ್ನು ಹೇಗೆ ಕಂಡುಹಿಡಿಯಬಹುದೆಂಬುದನ್ನು ಸಂಕ್ಷಿಪ್ತವಾಗಿ ವಿವರಿಸಿ.

6) ಒಂದು ⊔ - ಕೊಳವೆಯನ್ನು ಭಾಗಶ: ಪಾದರಸದಿಂದ ತುಂಬಿ ಬೇರೆ ಬೇರೆ ದ್ರವಗಳನ್ನು ಅದರ ಅಂಗಗಳಲ್ಲಿ ಹಾಕಿದಾಗ ದ್ರವಗಳ ಸ್ತಂಭಗಳ ಎತ್ತರ ಒಂದೇ ಇರುವುದಿಲ್ಲವೇಕೆ? ವಿವರಿಸಿ.

7) ಮೇಲೆ ಹೋದಂತೆ ವಾಯುಮಂಡಲ ಒತ್ತಡವು ಎತ್ತರಕ್ಕೆ ಸಮಾನುಪಾತವಾಗಿ ಬದಲಾಗುವುದಿಲ್ಲ - ವಿವರಿಸಿ.

ಲೆಕ್ಕಗಳು

1) ವಾಯುಮಂಡಲದ ಒತ್ತಡ 60cm ಪಾದರಸದಷ್ಟಿರುವ ಸ್ಥಳದಲ್ಲಿ ಏಕರೂಪ ವಾಯುಮಂಡಲದ ಎತ್ತರವನ್ನು ಲೆಕ್ಕಿಸಿ.

(ಪಾದರಸದ ಸಾಂದ್ರತೆ $1.36 \times 10^4 kgm^{-3}$, ಗಾಳಿಯ ಸಾಂದ್ರತೆ $1.29 kgm^{-3}$) (7168m)

2) ಒಂದು ⊔ ಕೊಳವೆಯ ಅಂಗಗಳಲ್ಲಿ ಎಣ್ಣೆ ಮತ್ತು ನೀರು ಹಾಕಲಾಗಿದೆ. ಎಣ್ಣೆಯ ಸ್ಥಂಬದ ಎತ್ತರ 20cm ಆಗಿದ್ದರೆ ಎರಡು ಅಂಗಗಳಲ್ಲಿರುವ ನೀರಿನಮಟ್ಟಗಳ ವ್ಯತ್ಯಾಸವೆಷ್ಟು? (ನೀರಿನ ಸಾಂದ್ರತೆ 1×10^3 kgm^{-3}; ಎಣ್ಣೆಯ ಸಾಂದ್ರತೆ 8×10^2 kgm^{-3}) (16×10^{-2}m).

3) ಒಂದು ಗ್ರಾಮಫೋನ್ ಸೂಜಿಯ ಮೊನೆಯ ವ್ಯಾಸ 0.1×10^{-4}cm. ಅದರ ಧ್ವನಿ ಕರಂಡಕದ ತೂಕ 0.1kg ಆದಲ್ಲಿ ಸೂಜಿಯು ಗ್ರಾಮಫೋನ್ ತಟ್ಟೆಯ ಮೇಲೆ ಪ್ರಯೋಗಿಸುವ ಒತ್ತಡವೆಷ್ಟು? (1.27×10^7kg).

4) ಒಂದು ಬೆಳ್ಳಿ ಒಡವೆಯು ಟೊಳ್ಳೆಂದು ಸಂಶಯ ಪಡಲಾಗಿದೆ. ಅದರ ತೂಕ 288.8gm ಮತ್ತು ಅದು ವಿಸ್ಥಾಪಿಸುವ ನೀರಿನ ಗಾತ್ರ 30cc. ಬೆಳ್ಳಿಯ ಸಾಂದ್ರತೆ 10.5gm/cc ಆದಲ್ಲಿ ಒಡವೆಯ ಟೊಳ್ಳು-ಜಾಗದ ಗಾತ್ರವೆಷ್ಟು? (2.5cc)

5) ಬೆಳ್ಳಿ ಮತ್ತು ಚಿನ್ನಗಳ ಮಿಶ್ರಣದ ಒಂದು ತುಂಡು ಗಾಳಿಯಲ್ಲಿ 0.0200kg ಮತ್ತು ನೀರಿನಲ್ಲಿ 0.0187kg ತೂಗುತ್ತದೆ. ಅದರಲ್ಲಿರುವ ಲೋಹಗಳ ತೂಕಗಳನ್ನು ಲೆಕ್ಕಿಸಿ.

(ಸಾಂದ್ರತೆ : ಚಿನ್ನಕ್ಕೆ $= 1.99 \times 10^4 kgm^{-3}$;

ಬೆಳ್ಳಿಗೆ $1.05 \times 10^4 kgm^{-3}$)

($6.6 \times 10^{-3} kg$; $1.34 \times 10^{-3} kg$).

4.2 ದ್ರವಚಲನ ವಿಜ್ಞಾನ

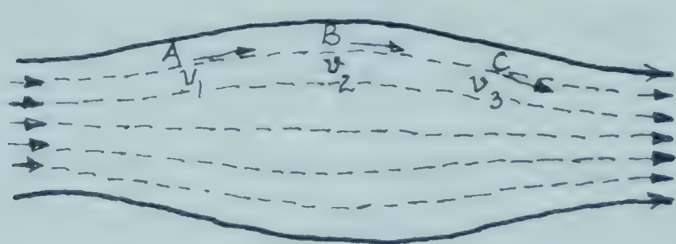
ದ್ರವಗಳ ಚಲನೆಯನ್ನು ಅಭ್ಯಾಸಮಾಡುವಾಗ ಅವುಗಳ ಭೌತಲಕ್ಷಣಗಳಾದ ಸಾಂದ್ರತೆ, ಒತ್ತಡ ಮತ್ತು ವೇಗಗಳನ್ನು ಗಮನಿಸಬೇಕಾಗುತ್ತದೆ. ಪ್ರಾರಂಭಕ್ಕೆ 'ಪರಿಪೂರ್ಣದ್ರವ' ವನ್ನು ಅಭ್ಯಾಸಕ್ಕೆ ತೆಗೆದುಕೊಂಡು ನಂತರ ಎಲ್ಲ ರೀತಿಯ ದ್ರವಗಳ ಚಲನೆಯನ್ನು ಅಭ್ಯಾಸ ಮಾಡುವುದು ಸೂಕ್ತ.

ದ್ರವಪ್ರವಾಹವನ್ನು ಸ್ಥೂಲವಾಗಿ ಎರಡು ವಿಧವಾಗಿ ವಿಂಗಡಿಸಬಹುದು.

1. ಧಾರಾರೇಖ ಪ್ರವಾಹ (Streamlined flow) ಮತ್ತು (2) ಪ್ರಕ್ಷುಬ್ಧ ಪ್ರವಾಹ (Turbulent flow)

ಧಾರಾರೇಖ ಪ್ರವಾಹ

ಪ್ರವಹಿಸುತ್ತಿರುವ ದ್ರವದಲ್ಲಿನ ಒಂದು ಬಿಂದುವಿನ ಮುಖಾಂತರ ಹಾದು ಹೋಗುವ ಎಲ್ಲ ಕಣಗಳ ವೇಗದ ದಿಕ್ಕು ಹಾಗೂ ಪರಿಮಾಣವು ಸಮನಾಗಿದ್ದರೆ ಅದಕ್ಕೆ ಧಾರಾರೇಖ ಪ್ರವಾಹವೆನ್ನುತ್ತಾರೆ.





ಚಿತ್ರ 4.2.1

ಚಿತ್ರ 4.2.2

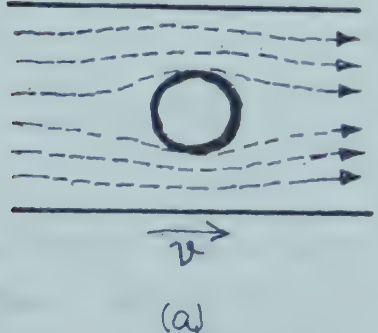
ಪ್ರವಾಹಿಯಲ್ಲಿರುವ ದ್ರವದ ಒಂದು ಕಣವು A,B,C ಪಥದಲ್ಲಿ ಚಲಿಸುತ್ತದೆ ಎಂದು ಭಾವಿಸೋಣ. ಅದರ ವೇಗ A,B,C ಗಳಲ್ಲಿ V_1, V_2, V_3 ಗಳೆಂದಿರಲಿ. ಅದನ್ನು ಅನುಸರಿಸುವ ಎಲ್ಲ ಕಣಗಳ ವೇಗವೂ A,B,C ಬಿಂದುಗಳಲ್ಲಿ ಅನುಕ್ರಮವಾಗಿ V_1, V_2, V_3 ಆಗಿದ್ದರೆ ಅದು ಧಾರಾಪ್ರವಾಹಿಯಾಗಿರುತ್ತದೆ. ABC ಗೆ ಧಾರಾರೇಖೆ ಎನ್ನುತ್ತಾರೆ . ಧಾರಾರೇಖೆಯ ಯಾವದೇ ಬಿಂದುವಿನಲ್ಲಿ ಎಳೆದ ಸ್ಪರ್ಶರೇಖೆಯು ಆ ಬಿಂದುವಿನಲ್ಲಿ ಕಣಗಳ ವೇಗದ ದಿಕ್ಕನ್ನು ಸೂಚಿಸುತ್ತದೆ. ಕೊಳವೆಯಂತಿರುವ ಧಾರಾರೇಖೆಗಳ ಗುಂಪಿಗೆ ಪ್ರವಾಹಿ ಕೊಳವೆ (tube) ಎನ್ನುತ್ತಾರೆ. ಈ ಕೊಳವೆಯ ಪ್ರತಿ ಅಡ್ಡಕೊಯ್ತ ಭಾಗದಿಂದ ಏಕಮಾನ ಕಾಲಾವಧಿಯಲ್ಲಿ ಕ್ರಮಿಸುವ ದ್ರವದ ಗಾತ್ರಮಾನ ಸಮವಿರುತ್ತದೆ. ಚಿತ್ರ 4.2.2 ರಲ್ಲಿರುವಂತೆ a_1 **ಮತ್ತು** a_2 **ಗಳು** A **ಮತ್ತು** B ಭಾಗಗಳಲ್ಲಿನ ಅಡ್ಡಕೊಯ್ತ ಕ್ಷೇತ್ರವಾಗಿದ್ದು v_1 **ಮತ್ತು** v_2 ಗಳು ಆ ಭಾಗದಲ್ಲಿ ದ್ರವದ ವೇಗಗಳಾಗಿರಲಿ ಆಗ

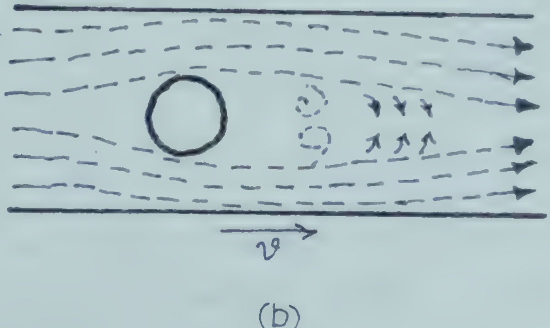
$$a_1 v_1 = a_2 v_2$$

ಅಂದರೆ ಕಡಿಮೆ ಅಡ್ಡಕೊಯ್ತ ಕ್ಷೇತ್ರದ ಮುಖಾಂತರ ಚಲಿಸುವ ಕಣದ ವೇಗ ಅಧಿಕವಿರುತ್ತದೆ ಎಂದಾಗುತ್ತದೆ.

ಪ್ರಕ್ಷುಬ್ಧ ಪ್ರವಾಹ

ಕಡಿಮೆ ವೇಗದ ಪ್ರವಾಹಗಳೆಲ್ಲವೂ ಧಾರಾಪ್ರವಾಹಿಗಳಾಗಿರುತ್ತವೆ. ಅವುಗಳ ವೇಗ ನಿರ್ದಿಷ್ಟ ಮಿತಿಯನ್ನು ಮೀರಿದಾಗ ಧಾರಾಪ್ರವಾಹವು ಪ್ರಕ್ಷುಬ್ಧಪ್ರವಾಹವಾಗಿ ಮಾರ್ಪಡುತ್ತದೆ. ಅಲ್ಲದೆ ಘನ ವಸ್ತುವಿನಿಂದ ಅಡೆತಡೆಯಾದಾಗ ಪ್ರವಾಹವು ಪ್ರಕ್ಷುಬ್ಧ ಪ್ರವಾಹವಾಗುತ್ತದೆ. ಇಂಥಹ ಸ್ಥಿತಿಯಲ್ಲಿ ದ್ರವಕಣಗಳಿಗೆ ನಿರ್ದಿಷ್ಟ ವೇಗ, ದಿಕ್ಕುಗಳಿರುವುದಿಲ್ಲ. ಹಾಗೂ ದ್ರವದ ಕೆಲಭಾಗವು ವೃತ್ತೀಯ ಚಲನೆಗೊಳಪಟ್ಟು ದ್ರವಸುಳಿ (Eddies) ಮತ್ತು ಕುಂಡಲಿನೀಯ ಪ್ರವಾಹ (Vortices) ಉಂಟಾಗುತ್ತದೆ.





ಚಿತ್ರ 4.2.3 ಚಿತ್ರ 4.2.4

ವೇಗದಮಿತಿ ದಾಟಿದ ಧಾರಾಪ್ರವಾಹ ಪ್ರಕ್ಷುಬ್ಧ ಪ್ರವಾಹವಾಗುತ್ತದೆ ಎಂದು ಹಿಂದೆ ತಿಳಿಸಿದೆ. ವೇಗದ ಈ ಮಿತಿಗೆ ಅವಧಿಕ ವೇಗವೆನ್ನುತ್ತಾರೆ. ಪ್ರಕ್ಷುಬ್ಧ ಪ್ರವಾಹವನ್ನುಂಟುಮಾಡುವ ಅಡ್ಡ ಘನ ಆಕೃತಿಗಳ ಹಿಂಭಾಗದಲ್ಲಿ ಸುಳಿಗಳು ಉಂಟಾಗುತ್ತವೆ. ಈ ಸುಳಿಗಳು, ಪ್ರವಾಹ ಮುಂದುವರೆದಂತೆ, ಅದರಿಂದ ಬೇರ್ಪಡುತ್ತವೆ. ಹಾಗೂ ಪ್ರವಾಹದಲ್ಲಿ ಹೊಸ ಹೊಸ ಸುಳಿಗಳ ನಿರ್ಮಾಣವಾಗುತ್ತದೆ. ಈ ಕ್ರಿಯೆ ಪ್ರವಾಹದಲ್ಲಿ ಪ್ರಕ್ಷುಬ್ಧತೆ ಇರುವವರೆಗೆ ನಿರಂತರವಾಗಿ ಮುಂದುವರೆಯುತ್ತದೆ. ಗ್ಲಿಸರಿನ್ನಿನಂತಹ ಪ್ರವಾಹಿಗೆ ಒಂದು ಗಾಜಿನ ಗೋಲಿ ಅಡ್ಡವಾಗಿ ಬಂದರೆ ಅದರ ಧಾರಾಪ್ರವಾಹದಲ್ಲಿ ಯಾವ ವ್ಯತ್ಯಾಸವೂ ಉಂಟಾಗುವುದಿಲ್ಲ. ಆದರೆ ಅದೇ ಗಾಜಿನ ಗೋಲಿ ನೀರಿನ ಪ್ರವಾಹಕ್ಕೆ ಅಡ್ಡಲಾಗಿ ಬಂದರೆ ನೀರಿನಲ್ಲಿ ಪ್ರಕ್ಷುಬ್ಧ ಪ್ರವಾಹವನ್ನು ನಿರ್ಮಿಸಿ ಅದು ಅಡ್ಡಾದಿಡ್ಡಿಯಾಗಿ ಚಲಿಸುವಂತೆ ಮಾಡುತ್ತದೆ.

ಚಲನೆಯಲ್ಲಿರುವ ಎಲ್ಲ ದ್ರವಗಳಿಗೂ ಈ ಕೆಳಗೆ ಕಾಣಿಸಿದ ಮೂರು ಶಕ್ತಿಗಳಿರುತ್ತವೆ.

i) ಅವುಗಳ ಸ್ಥಾನಕ್ಕನುಗುಣವಾಗಿ ವಿಭವಶಕ್ತಿ (mgh)

ii) ಚಲನೆಗನುಗುಣವಾಗಿ ಚಲನಶಕ್ತಿ ($\frac{1}{2} mv^2$) ಹಾಗೂ

iii) ಅದರ ಮೇಲುಂಟಾಗುವ ಒತ್ತಡಕ್ಕನುಗುಣವಾಗಿ ಒತ್ತಡಶಕ್ತಿ (p)

ವಾಸ್ತವಿಕವಾಗಿ ಇವೆಲ್ಲ ಗುಣಧರ್ಮಗಳು ಒಂದು ಆದರ್ಶ ದ್ರವಕ್ಕೆ ಅನ್ವಯಿಸುತ್ತವೆ. ನಿಧಾನವಾಗಿ ಚಲಿಸುತ್ತಾ ಒಂದೇ ಸಮನೆ ಸುಳಿಗಳನ್ನುಂಟು ಮಾಡದ, ಸಂಕೋಚನಗೊಳ್ಳದ; ಸ್ನಿಗ್ಧರಹಿತ ದ್ರವಕ್ಕೆ ಆದರ್ಶ ದ್ರವವೆನ್ನುತ್ತಾರೆ.

ಬರ್ನೂಲಿಯ ಪ್ರಮೇಯ

ಡ್ಯಾನಿಯಲ್ ಬರ್ನೂಲಿ (1700-1782) ಸ್ವಿಸ್ ದೇಶದ ಭೌತವಿಜ್ಞಾನಿ. ಧಾರಾರೇಖಿ ಪ್ರವಾಹದಲ್ಲಿರುವ ಒಂದು ಆದರ್ಶ ದ್ರವದ ಚಲನ ವಿಜ್ಞಾನದ ಮೂಲಭೂತ ನಿಯಮವನ್ನು ಪ್ರತಿಪಾದಿಸಿದ ಕೀರ್ತಿ ಈತನಿಗೆ ಸಲ್ಲುತ್ತದೆ. ಈ ನಿಯಮವು ಶಕ್ತಿ ನಿತ್ಯತ್ವ ನಿಯಮವನ್ನೊಳಗೊಂಡಿರುತ್ತದೆ.

ಏಕಪ್ರಕಾರದ ಚಲನೆಯಲ್ಲಿರುವ ಒಂದು ಆದರ್ಶದ್ರವದ ಧಾರಾರೇಖೆಯ ಉದ್ದಕ್ಕೂ ಇರುವ ಬಿಂದುಗಳಲ್ಲಿ ಏಕಮಾನ ದ್ರವ್ಯರಾಶಿಯ ಒತ್ತಡಶಕ್ತಿ, ವಿಭವಶಕ್ತಿ ಮತ್ತು ಚಲನಶಕ್ತಿಗಳ ಮೊತ್ತವು ಸ್ಥಿರವಾಗಿರುತ್ತದೆ.

ρ ಸಾಂದ್ರತೆಯುಳ್ಳ ಮತ್ತು V ವೇಗದಿಂದ ಚಲಿಸುತ್ತಿರುವ ಒಂದು ದ್ರವದ ಒತ್ತಡವು P ಆಗಿರಲಿ. ಬರ್ನೂಲಿ ಪ್ರಮೇಯದ ಪ್ರಕಾರ

$$P+\frac{1}{2}\rho V^2+\rho g h = \text{ಸ್ಥಿರಾಂಕ}$$

ಬೇರೆಬೇರೆ ಧಾರಾಪ್ರವಾಹಿಗಳ ಸ್ಥಿರಾಂಕಗಳು ಬೇರೆಬೇರೆಯಾಗಿರಬಹುದು. ಮೇಲಿನ ಸಮೀಕರಣವನ್ನು,

$\frac{P}{\rho}+\frac{1}{2}V^2+gh$ = ಸ್ಥಿರಾಂಕ ಎಂದು ಬರೆಯಬಹುದು. **ಕ್ಷಿತಿಜ ಸಮಾಂತರವಾಗಿ ಪ್ರವಹಿಸುವ ದ್ರವಗಳಿಗೆ h ಸ್ಥಿರವಿರುತ್ತದೆ.**

$$\therefore \frac{P}{\rho}+\frac{1}{2}\rho V^2 = \text{ಸ್ಥಿರಾಂಕ}$$

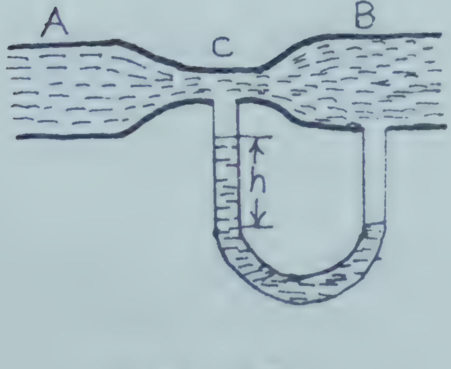
ಅಥವಾ $P+\frac{1}{2}\rho V^2 =$ ಸ್ಥಿರಾಂಕ

ಒಂದು ಕೊಳವೆಯಲ್ಲಿ ಹರಿಯುವ ದ್ರವದ ಒತ್ತಡವು ವೇಗ ಕಡಿಮೆ ಇದ್ದಲ್ಲಿ ಜಾಸ್ತಿಯಾಗಿಯೂ, ವೇಗ ಜಾಸ್ತಿ ಇದ್ದಲ್ಲಿ ಕಡಿಮೆಯಾಗಿಯೂ ಇರುತ್ತದೆ.

ಬರ್ನೂಲಿ ಪರಿಣಾಮವನ್ನು ವಿವರಿಸಲು ಕೆಲವು ಉದಾಹರಣೆಗಳು

1. ವೆಂಚುರಿನಳಿಕೆ

ನಳಿಕೆಯಲ್ಲಿ ಹರಿಯುವ ನೀರಿನ ಪ್ರಮಾಣ ಅಥವಾ ಅದರ ವೇಗವನ್ನು ಅಳೆಯಲು ಬಳಸುವ ಉಪಕರಣಕ್ಕೆ ವೆಂಚುರಿನಳಿಕೆಯೆಂದು ಹೆಸರು. ದ್ರವದ ಒತ್ತಡ ಮತ್ತು ಅದು ಹರಿಯುತ್ತಿರುವ ವೇಗಕ್ಕಿರುವ ಸಂಬಂಧ ಸೂತ್ರವನ್ನನುಸರಿಸಿ ಈ ನಳಿಕೆಯನ್ನು ನಿರ್ಮಿಸಿದೆ. AB ಒಂದು ಅಗಲ ಬಾಯಿನ ನಳಿಕೆ. ಅದರ ಮಧ್ಯದಲ್ಲಿ ಸಂಕುಚಿತ ಗೊಳಿಸಿದ C ಎಂಬ ಭಾಗಕ್ಕೆ U ಟ್ಯೂಬ್ ಮಾನೋಮೀಟರ್ ಜೋಡಿಸಿದೆ. ಇದು ಸಂಕುಚಿತ ಭಾಗಕ್ಕೂ ಮತ್ತು ವಿಶಾಲ ಭಾಗಕ್ಕೂ ಇರುವ ಒತ್ತಡಗಳಲ್ಲಿನ ವ್ಯತ್ಯಾಸವನ್ನು ಅಳೆಯುತ್ತದೆ. ಚಿತ್ರದಲ್ಲಿ h ಈ ವ್ಯತ್ಯಾಸವನ್ನು ತಿಳಿಸುತ್ತದೆ. ನಳಿಕೆಯ ವಿಸ್ತೀರ್ಣ ಮತ್ತು ಒತ್ತಡದಲ್ಲಿನ ವ್ಯತ್ಯಾಸಗಳನ್ನು ಅಳೆಯುವುದರಿಂದ ಅದರಲ್ಲಿ ಹರಿಯುವ ನೀರಿನ ಪ್ರಮಾಣವನ್ನು ಕಂಡುಹಿಡಿಯಬಹುದು.



ಚಿತ್ರ 4.2.5

2. ಕಾರ್ಬುರೇಟರ್

ಇಂಜಿನ್‌ಗಳಲ್ಲಿ ಪೆಟ್ರೋಲ್ ಮತ್ತು ಗಾಳಿಯನ್ನು ಅಗತ್ಯ ಪ್ರಮಾಣದಲ್ಲಿ ಬೆರಸಲು ಬಳಸುವ ಸಾಧನವೇ ಕಾರ್ಬುರೇಟರ್. ಇದು ಕೂಡ ಬರ್ನೂಲಿ ಪರಿಣಾಮದ ರೀತಿ ಕೆಲಸ ಮಾಡುತ್ತದೆ.

ಎರಡು ಕಡಿಮೆ ಅಂತರದಲ್ಲಿ ಸಮಾಂತರವಾಗಿರುವ ಹಾಳೆಗಳ ಮಧ್ಯೆ ಗಾಳಿ ಊದಿದರೆ, ಹಾಳೆಗಳು ದೂರಸರಿಯುವುದರ ಬದಲು ಹತ್ತಿರ ಬರುತ್ತವೆ. ಊದಿದಾಗ ಅವುಗಳ ಮಧ್ಯೆ ಇರುವ ಗಾಳಿಯ ವೇಗ ಹೆಚ್ಚಾಗಿ ಒತ್ತಡ ಕಡಿಮೆಯಾಗುತ್ತದೆ. ಹೊರಗಿನ ಗಾಳಿಯ ಒತ್ತಡದಿಂದಾಗಿ ಹಾಳೆಗಳು ಸಮೀಪ ಬರುತ್ತವೆ.

ಇದೇ ರೀತಿ ವಿಮಾನದ ರೆಕ್ಕೆಯ ಆಕೃತಿಯ ವಿನ್ಯಾಸ, ಫಿಲ್ಟರ್ ಪಂಪ್, ಬುನ್‌ಸನ್ ಬರ್ನರ್, ಸುಗಂಧದ್ರವ್ಯ, ನೀರು ಮುಂತಾದುವುಗಳನ್ನು ಸಿಂಪಡಿಸಲು ಬಳಸುವ ಆಟೋಮೈಸರ್ ಮುಂತಾದುವುಗಳೆಲ್ಲದರ ಹಿಂದಿನ ಸೂತ್ರವೂ ಬರ್ನೂಲಿ ಪರಿಣಾಮವೇ ಆಗಿದೆ.

ಅಭ್ಯಾಸ

ಒಂದು ಅಂಕದ ಪ್ರಶ್ನೆಗಳು

1. ಧಾರಾರೇಖಿ ಪ್ರವಾಹವೆಂದರೇನು?
2. ಪ್ರಕ್ಷುಬ್ಧ ಪ್ರವಾಹವೆಂದರೇನು?
3. ಪರಿಪೂರ್ಣ ದ್ರವವೆಂದರೇನು?
4. ಬರ್ನೂಲಿ ಪರಿಣಾಮವೆಂದರೇನು?

ನಾಲ್ಕು ಅಂಕಗಳ ಪ್ರಶ್ನೆಗಳು

1. ಧಾರಾರೇಖಿ ಮತ್ತು ಪ್ರಕ್ಷುಬ್ಧ ಪ್ರವಾಹಗಳನ್ನು ಉದಾಹರಣೆ ಸಹಿತ ವಿವರಿಸಿ.
2. ಬರ್ನೂಲಿ ಸೂತ್ರವನ್ನು ಬರೆದು ವಿವರಿಸಿ.
3. ಬರ್ನೂಲಿ ಸೂತ್ರವನ್ನು ವಿವರಿಸಲು ಎರಡು ಉದಾಹರಣೆ ಕೊಡಿ.

4.3 ಮೇಲ್ಮೈ ಎಳೆತ

ದ್ರವಗಳಿಗೆ ತಮ್ಮದೇ ಆದ ಆಕಾರವಿಲ್ಲ. ಅವು ಹಾಕಿದ ಪಾತ್ರೆಯ ಆಕಾರವನ್ನು ತಳೆಯುತ್ತವೆ ಎನ್ನುವುದು ಎಲ್ಲರಿಗೂ ಗೊತ್ತು. ದ್ರವವು ಯಾವುದೇ ಪಾತ್ರೆಯಲ್ಲಿದ್ದಾಗ ಅದರ ಮೇಲ್ಮೈಯು ಕ್ಷಿತಿಜೀಯ ಸಮತಲದಲ್ಲಿಯೇ ಇರುತ್ತದೆ. ಆದರೆ ನಿತ್ಯ

ಜೀವನದಲ್ಲಿ ಇವಕ್ಕೆ ವ್ಯತಿರಿಕ್ತವಾದ ಕೆಲವು ಘಟನೆಗಳೂ ಕಾಣಸಿಗುತ್ತವೆ. ಉದಾಹರಣೆಗಾಗಿ ಪಾತ್ರೆಯಲ್ಲಿನ ನೀರಿನ ಮೇಲ್ಮೈ ಸಮತಲದಲ್ಲಿರುತ್ತದೆ ಎನ್ನುವುದು ನಿಜ. ಆದರೆ ಪಾತ್ರೆಯ ಬದಿಗೆ ಹೊಂದಿ ಮೇಲೇರಿ ನಿಮ್ನ ತಲವನ್ನು ನಿರ್ಮಿಸಿರುತ್ತದೆ. ಬ್ಯುರೆಟ್ಟಿನಲ್ಲಿರುವ ದ್ರವ ಅರ್ಧಚಂದ್ರಾಕೃತಿಯಲ್ಲಿ ಕಾಣುತ್ತದೆ. ಒಂದು ಕಡ್ಡಿಯ ಅಂಚಿನಲ್ಲಿ ನೀರಿನ ಹನಿ ಯಾವ ಆಧಾರವಿಲ್ಲದೇ ನೇತಾಡುವುದನ್ನು ಕಾಣಬಹುದು. ಪಾದರಸದ ಸಣ್ಣ ಹನಿಯು ಗೋಲಾಕಾರದಲ್ಲಿರುತ್ತದೆ ಹಾಗೂ ಅದರ ಮೇಲ್ಮೈ ಒಂದೇ ಸಮತಲದಲ್ಲಿರುವುದಿಲ್ಲ. ಇವೆಲ್ಲ ಘಟನೆಗಳನ್ನು ನೋಡಿದರೆ ದ್ರವಗಳಿಗೆ ತಮ್ಮದೇ ಆದ ಕೆಲವೊಂದು ವಿಶಿಷ್ಟ ಗುಣಗಳಿರುತ್ತವೆ ಎಂದು ತಿಳಿದು ಬರುತ್ತದೆ.

ದ್ರವಗಳಲ್ಲಿರುವ ವಿಶಿಷ್ಟತಮ ಗುಣವನ್ನರಿಯಲು ಒಂದು ಸಣ್ಣ ಪ್ರಯೋಗ ಮಾಡಬಹುದು. ಒತ್ತುವ ಕಾಗದ ತುಂಡಿನ ಮೇಲೆ ಒಂದು ಸೂಜಿಯನ್ನಿಟ್ಟು ನೀರಿನ ಮೇಲೆ ತೇಲಿಬಿಟ್ಟು ಕೆಲ ಸಮಯದ ನಂತರ ಒತ್ತುವ ಕಾಗದ ನೀರಿನಲ್ಲಿ ಮುಳುಗಿ ಕೇವಲ ಸೂಜಿಯಷ್ಟೆ ನೀರಿನಲ್ಲಿ ತೇಲುತ್ತದೆ. ಸೂಜಿಯ ಮೇಲ್ಮೈಗೆ ಹೊಂದಿ ನೀರು ವಕ್ರತಲವನ್ನು ಪಡೆದಿರುತ್ತದೆ.

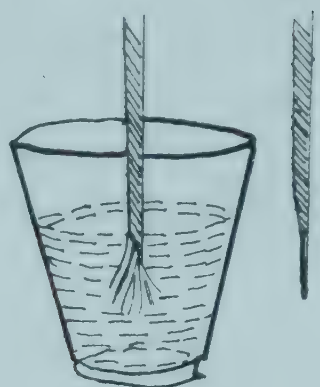
ಇಂತಹ ಪ್ರಯೋಗಗಳಿಂದ ದ್ರವದ ಮೇಲ್ಮೈ ಎಳೆತಕ್ಕೊಳಪಟ್ಟ ಒಂದು ತೆಳ್ಳಗಿನ ಪರದೆಯೋಪಾದಿಯಲ್ಲಿ ವರ್ತಿಸುತ್ತದೆ ಎಂದು ತಿಳಿಯುತ್ತದೆ. ಎಳೆತಕ್ಕೊಳಪಟ್ಟ ರಬ್ಬರಿನ ತುಂಡು ತನ್ನ ಕನಿಷ್ಠತಮ ವಿಸ್ತೀರ್ಣವನ್ನು ಕಾಯ್ದುಕೊಳ್ಳಲು ಪ್ರಯತ್ನಿಸುವಂತೆ ದ್ರವಗಳ ಮೇಲ್ಮೈಕೂಡ ಅತಿ ಕಡಿಮೆ ವಿಸ್ತೀರ್ಣವನ್ನು ಕಾಯ್ದುಕೊಳ್ಳುವ ಪ್ರವೃತ್ತಿಯಲ್ಲಿರುತ್ತವೆ. ನಿರ್ದಿಷ್ಟ ಗಾತ್ರದ ದ್ರವದ ಮೇಲ್ಮೈ ವಿಸ್ತೀರ್ಣವು ಗೋಲಾಕಾರದಲ್ಲಿ ಅತಿಕಡಿಮೆ ಇರುತ್ತದೆ. ದ್ರವಗಳ ಮೇಲ್ಮೈಗಳ ಮೇಲಿರುವ ಈ ಎಳೆತಕ್ಕೆ ಮೇಲ್ಮೈ ಎಳೆತವೆನ್ನುವರು. ದ್ರವದ ಮೇಲ್ಮೈ ಮೇಲೆ ಕಾಲ್ಪನಿಕವಾಗಿ ಎಳೆದ ರೇಖೆಯ ಏಕಮಾನ ಉದ್ದಳತೆಯ ಮೇಲೆ ಲಂಬವಾಗಿ ವರ್ತಿಸುವ ಬಲಕ್ಕೆ ಮೇಲ್ಮೈ ಎಳೆತವೆನ್ನಲಾಗುತ್ತದೆ. ಬಲವು ದ್ರವದ ಮೇಲ್ಮೈಗೆ ಸ್ಪರ್ಶರೇಖೆಯಂತಿರುತ್ತದೆ. ಮೇಲ್ಮೈ ಎಳೆತದ SI ಏಕಮಾನ n / m. ಹಾಗೂ CGS ಏಕಮಾನ dyne / cm.

ಮೇಲ್ಮೈ ಎಳೆತದ ಆಯಾಮ ಸೂತ್ರ

$$[T] = \frac{\text{ಬಲ}}{\text{ದೂರ}} = \frac{MLT^{-2}}{L} = [ML^{0}T^{-2}]$$

ಮೇಲ್ಮೈ ಎಳೆತಕ್ಕೆ ಇನ್ನೊಂದು ಸುಲಭ ಉದಾಹರಣೆ ಎಂದರೆ ಬಣ್ಣದ ಕುಂಚ (brush). ನೀರಿನಲ್ಲಿ ಮುಳುಗಿಸಿದ ಕುಂಚ ತನ್ನ ಎಲ್ಲ ಎಳೆಗಳನ್ನು

ಬಿಡಿಬಿಡಿಯಾಗಿ ಹರಡುತ್ತದೆ. ಆದರೆ ಅದನ್ನೇ ನೀರಿನಿಂದ ಹೊರಗೆ ತೆಗೆದಾಗ ಎಲ್ಲ ಎಳೆಗಳು ಒಟ್ಟಾಗಿ ಕೂಡಿಕೊಳ್ಳುತ್ತವೆ.



ಚಿತ್ರ 4.3.1

ಸಂಸಕ್ತಿ ಮತ್ತು ಅನುಸಕ್ತಿ (Cohesion and Adhesion)

ಮೇಲ್ಮೈ ಎಳೆತಕ್ಕೆ ಸಂಬಂಧಿಸಿದ ಘಟನೆಗಳೆಲ್ಲವೂ ದ್ರವದಲ್ಲಿರುವ ಸಂಸಕ್ತಿ ಹಾಗೂ ಅನುಸಕ್ತಿ ಬಲಗಳಿಗೆ ಅನುಗುಣವಾಗಿ ನಡೆಯುತ್ತವೆ ಎಂದು ತಿಳಿದು ಬಂದಿದೆ. ಒಂದೇ ಬಗೆಯ ಅಣುಗಳಿಗಿರುವ ಆಕರ್ಷಣ ಬಲಕ್ಕೆ ಸಂಸಕ್ತಿ ಬಲ ಹಾಗೂ ಬೇರೆ ಬೇರೆ ಬಗೆಯ ಅಣುಗಳಿಗಿರುವ ಆಕರ್ಷಕ ಬಲಕ್ಕೆ ಅನುಸಕ್ತಿ ಬಲವೆನ್ನುವರು. ಇವೆರಡು ಬಲಗಳು ವರ್ತಿಸುವ ಸೀಮೆ ಅತ್ಯಂತ ಕಿರಿದಾಗಿರುತ್ತದೆ. ನೀರು ಮತ್ತು ಗಾಜಿನ ಅಣುಗಳ ಅನುಸಕ್ತಿ ಬಲ ನೀರಿನ ಅಣುಗಳ ಸಂಸಕ್ತಿ ಬಲಕ್ಕಿಂತ ಅಧಿಕವಿರುತ್ತದೆ. ಅದಕ್ಕಾಗಿಯೇ ಗಾಜಿನ ಮೇಲೆ ಸಿಂಪಡಿಸಿದ ನೀರು ಅದರ ಮೇಲೆ ಹರಡಿ ಗಾಜನ್ನು ಒದ್ದೆ ಮಾಡುತ್ತದೆ. ಗಾಜಿನನಳಿಕೆಯಲ್ಲಿನ ನೀರಿನ ಮೇಲ್ಮೈ ನಿಮ್ನ ವಕ್ರತಲದಲ್ಲಿರುತ್ತದೆ. ಆದರೆ ಇದಕ್ಕೆ ವ್ಯತಿರಿಕ್ತವಾಗಿ ಪಾದರಸದ ಸಂಸಕ್ತಿ ಬಲವು ಅದರೊಂದಿಗಿರುವ ಗಾಜಿನ ಅನುಸಕ್ತಿ ಬಲಕ್ಕಿಂತ ಅಧಿಕವಿರುತ್ತದೆ. ಅದಕ್ಕಾಗಿ ಗಾಜಿನ ಮೇಲೆ ಚಲ್ಲಿದ ಪಾದರಸ ಹನಿರೂಪತಾಳುತ್ತದೆ. ಅಲ್ಲದೆ ಗಾಜಿನ ನಳಿಕೆಯಲ್ಲಿ ಪಾದರಸದ ಮೇಲ್ಮೈ ಪೀನ ವಕ್ರತಲದಲ್ಲಿರುತ್ತದೆ.

ಸಂಪರ್ಕ ಕೋನ (Angle of Contact)

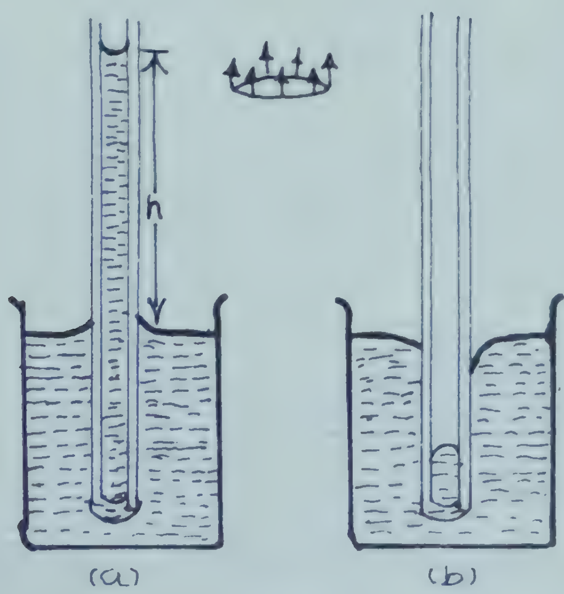
ಒಂದು ದ್ರವವು ಘನ ಮೇಲ್ಮೈನೊಂದಿಗೆ ಸಂಪರ್ಕದಲ್ಲಿದ್ದರೆ ಅವುಗಳ ಸಂಪರ್ಕ ಬಿಂದುವಿನಲ್ಲಿ ದ್ರವದ ಮೇಲ್ಮೈಯು ವಕ್ರತಲದಲ್ಲಿರುತ್ತದೆ. ದ್ರವದ ಮೇಲ್ಮೈಗೆ ಸಂಪರ್ಕ ಬಿಂದುವಿನಲ್ಲಿ ಎಳೆದ ಸ್ಪರ್ಶಕ ಹಾಗೂ ದ್ರವದೆಡೆಗಿರುವ

ಘನವಸ್ತುವಿನ ಮೇಲ್ಮೈ ಇವುಗಳ ನಡುವಿನ ಕೋನಕ್ಕೆ ಸಂಪರ್ಕಕೋನವೆನ್ನುವರು. ದ್ರವದ ವಕ್ರತಳ ನಿಮ್ನವಿದ್ದರೆ ಸಂಪರ್ಕಕೋನ ಲಘುಕೋನ ಹಾಗೂ ಪೀನವಿದ್ದರೆ ಸಂಪರ್ಕಕೋನವು ವಿಶಾಲಕೋನವಾಗಿರುತ್ತದೆ. ಸಂಪರ್ಕಕೋನ ವಿಶಾಲಕೋನ ವಾಗಿರುವುದಕ್ಕೆ ಉತ್ತಮ ಉದಾಹರಣೆ ಎಂದರೆ ಪಾದರಸ. ಇದು ಘನ ಮೇಲ್ಮೈ ಯನ್ನು ಒದ್ದೆ ಮಾಡುವುದಿಲ್ಲ. ಮೇಲ್ಮೈಯನ್ನು ಒದ್ದೆ ಮಾಡುವ ಎಲ್ಲ ದ್ರವಗಳ ಸಂಪರ್ಕ ಕೋನ ಲಘು ಕೋನ ಅಂದರೆ θ 90^0 ಗಿಂತ ಕಡಿಮೆಯಾಗಿರುತ್ತದೆ. ನೀರು ಹಾಗೂ ಗಾಜುಗಳ ನಡುವಿನ ಸಂಪರ್ಕಕೋನ ಬಹುತೇಕ ಶೂನ್ಯವಿರುತ್ತದೆ. ಆದರೆ ಪಾದರಸ-ಗಾಜುಗಳ ನಡುವಿನ ಸಂಪರ್ಕಕೋನ 135^0 ಯಷ್ಟಿರುತ್ತದೆ.



ಚಿತ್ರ 4.3.2

ಲೋಮನಾಳಾರೋಹಣ (Capillarity) ಗಾಜಿನ ಒಂದು ಲೋಮ ನಾಳವನ್ನು ನೀರಿನಲ್ಲಿ ಅಥವಾ ಒದ್ದೆಮಾಡುವ ಯಾವದೇ ದ್ರವದಲ್ಲಿ ಮುಳುಗಿಸಿದರೆ, ಆ ದ್ರವವು ಲೋಮನಾಳದಲ್ಲಿ ಮೇಲಕ್ಕೇರುತ್ತದೆ. ಪಾದರಸದಂತಹ ದ್ರವದಲ್ಲಿ ಮುಳಗಿದ ಲೋಮನಾಳದಲ್ಲಿನ ದ್ರವವು ಪಾದರಸದ ಮಟ್ಟಕ್ಕಿಂತ ಕೆಳಗೆ ಇಳಿಯುತ್ತದೆ. (ಚಿತ್ರ 4.3.2 b)



ಚಿತ್ರ 4.3.3 (a) ಚಿತ್ರ 4.3.3 (b)

ಈ ರೀತಿ ಲೋಮನಾಳದಲ್ಲುಂಟಾಗುವ ಆರೋಹಣ ಇಲ್ಲವೆ ಅವರೋಹಣಕ್ಕೆ ಲೋಮನಾಳಾರೋಹಣವೆನ್ನುತ್ತಾರೆ. ದ್ರವಗಳಲ್ಲಿರುವ ಮೇಲ್ಮೈ ಎಳೆತದ ಪರಿಣಾಮವಾಗಿಯೇ ಲೋಮನಾಳಾರೋಹಣ ಕ್ರಿಯೆಯುಂಟಾಗುತ್ತದೆ.

ಒಂದು ಲೋಮನಾಳವನ್ನು ಚಿತ್ರ 4.3.3(a) ರಲ್ಲಿ ತೋರಿಸಿದಂತೆ ನೀರಿನಲ್ಲಿ ನೆಟ್ಟಗೆ ಮುಳುಗಿಸಿದರೆ, ಲೋಮನಾಳದಲ್ಲಿ ನೀರು ಮೇಲೇರಿ ನಿಲ್ಲುತ್ತದೆ. ಮೇಲೇರಿ ನಿಂತ ನೀರಿನ ಸ್ಥಂಬದ ಎತ್ತರ 'h' ಎಂದಿದ್ದರೆ ಅದರ ತೂಕ ಮೇಲ್ಮೈ ಎಳೆತದಿಂದ ಲೋಮನಾಳದಲ್ಲುಂಟಾಗುವ ಮೇಲ್ಮುಖಿ ಒತ್ತಡಕ್ಕೆ ಸಮವಿರುತ್ತದೆ.

ಮೇಲ್ಮೈ ಎಳೆತ :- ದ್ರವದ ಸಾಂದ್ರತೆ ρ ಹಾಗೂ ಲೋಮನಾಳದ ತ್ರಿಜ್ಯ r ಇದ್ದರೆ,

$T = \frac{1}{2} \cdot r h \rho g$ ಇಲ್ಲಿ T= **ಮೇಲ್ಮೈ ಎಳೆತ**

ಒಂದು ವ್ಯವಸ್ಥೆ ತನ್ನ ಸಮತೋಲನೆಯನ್ನು ಕಾಯ್ದುಕೊಳ್ಳಲು . ಅದರಲ್ಲಿರುವ ವಿಭವಶಕ್ತಿ ಅತಿಕಡಿಮೆಯಾಗಿರಬೇಕು. ದ್ರವಗಳ ವಿಷಯದಲ್ಲಿ ಅವುಗಳ ಮೇಲ್ಮೈ ಕ್ಷೇತ್ರ ಕಡಿಮೆ ಇದ್ದಾಗ ಮಾತ್ರ ಇದು ಸಾಧ್ಯ. ಮಳೆಹನಿಗಳು, ಪಾದರಸಗುಳ್ಳೆಗಳು ಇವಕ್ಕೆ ಉತ್ತಮ ನಿದರ್ಶನವೆಂದು ಹೇಳಬಹುದು. ಗುರುತ್ವ ಶಕ್ತಿಯಿಂದಾಗಿ ಪಾದರಸದ ದೊಡ್ಡಗುಳ್ಳೆಗಳು ಸಮತಲ ಮೇಲ್ಮೈ ಹೊಂದಿರುತ್ತವೆ. ಲ್ಯಾಂಪು, ಪ್ರಣತೆಗಳ ಬತ್ತಿಗಳಲ್ಲಿ ಎಣ್ಣೆಯ ಆರೋಹಣ, ಸಸ್ಯಗಳ ಕಾಂಡ, ಎಲೆಗಳಲ್ಲಿ ನಡೆಯುವ ದ್ರವಾರೋಹಣವೇ ಮುಂತಾದುವು ಲೋಮನಾಳಾರೋಹಣದ ಉತ್ತಮ ಉದಾಹರಣೆಗಳಾಗಿವೆ.

ಅಭ್ಯಾಸ

ಒಂದು ಅಂಕದ ಪ್ರಶ್ನಗಳು

1. ಮೇಲ್ಮೈ ಎಳೆತವೆಂದರೇನು?
2. ಮೇಲ್ಮೈ ಎಳೆತದ ಆಯಾಮ ಸೂತ್ರ ಬರೆಯಿರಿ?
3. ಸಂಸಕ್ತಿ ಎಂದರೇನು?
4. ಅನುಸಕ್ತಿ ಎಂದರೇನು?
5. ಲೋಮನಾಳಾರೋಹಣ ಎಂದರೇನು?

ಎರಡು ಅಂಕಗಳ ಪ್ರಶ್ನೆಗಳು

1. ಸಂಸಕ್ತಿ ಮತ್ತು ಅನುಸಕ್ತಿಗಳನ್ನು ಉದಾಹರಣೆ ಸಹಿತ ವಿವರಿಸಿ.
2. ಸಂಪರ್ಕಕೋನವೆಂದರೇನು? ವಿವರಿಸಿ.

ನಾಲ್ಕು ಅಂಕಗಳ ಪ್ರಶ್ನೆಗಳು

1. ಲೋಮನಾಳಾರೋಹಣವೆಂದರೇನು? ಉದಾಹರಣೆಗಳನ್ನು ಕೊಡಿ. ಮೇಲ್ಮೈ ಎಳೆತದ ಸೂತ್ರ ಬರೆದು ವಿವರಿಸಿ.

4.4 ಸ್ನಿಗ್ಧತೆ (Viscosity)

ದ್ರವಗಳು ಪ್ರವಹಿಸುತ್ತವೆ. ಔಡಲ ಎಣ್ಣೆಯಂತಹ ದ್ರವ ನೀರಿನಂತೆ ಮುಕ್ತವಾಗಿ ಪ್ರವಹಿಸುವದಿಲ್ಲ. ಚಲನೆಯಲ್ಲಿರುವ ಯಾವದೇ ದ್ರವದ ವೇಗ ಅದರ ಅವಧಿಕ ವೇಗ (critical velocity) ಕ್ಕಿಂತ ಕಡಿಮೆ ಇದ್ದರೆ ಅದು ಧಾರಾರೇಖ ಪ್ರವಾಹಿಯಾಗಿರುತ್ತದೆ. ಕ್ಷಿತಿಜ ಸಮಾಂತರವಾಗಿ ಚಲಿಸುವ ದ್ರವವು ಒಟ್ಟಾಗಿ ಚಲಿಸುವಂತೆ ಕಂಡರೂ ಅದರ ಬೇರೆ ಬೇರೆ ಪದರುಗಳಲ್ಲಿನ ವೇಗ ಬೇರೆ ಬೇರೆಯಾಗಿರುತ್ತದೆ. ಇಲ್ಲಿ ಪಾತಳಿಗೆ ಹೊಂದಿಕೊಂಡಿರುವ ದ್ರವದ ಪದರ ಬಹುತೇಕ ಚಲನರಹಿತವಿರುತ್ತದೆ. ಅದರ ಮೇಲ್ಗಡೆ ಪದರಗಳ ವೇಗ ಮೇಲಕ್ಕೆ ಹೋದಂತೆ ವೃದ್ಧಿಯಾಗುತ್ತ ಹೋಗುತ್ತದೆ. ದ್ರವದ ಮೇಲ್ಗಡೆ ಪದರಿನ ವೇಗ ಅಧಿಕವಿರುತ್ತದೆ. ಅಂದರೆ ಒಂದಕ್ಕೊಂದು ಹೊಂದಿಕೊಂಡಿರುವ ಪದರುಗಳ ವೇಗ ಸಾಪೇಕ್ಷವಿರುತ್ತದೆ. ಮೇಲಿನ ಪದರ ತನಗೆ ಹೊಂದಿಕೊಂಡ ಕೆಳಗಿನ ಪದರಿನ ವೇಗವನ್ನು ಹೆಚ್ಚಿಸಲು ಪ್ರಯತ್ನಿಸಿದರೆ, ಕೆಳಗಿನ ಪದರು ತನ್ನ ಮೇಲಿನ ಪದರಿನ ವೇಗವನ್ನು ಕುಂಠಿತಗೊಳಿಸಲು ಪ್ರಯತ್ನಿಸುತ್ತದೆ. ಹೀಗಾಗಿ ಪ್ರತಿ ಪದರು-ಪದರಿನ ಮಧ್ಯೆ ಒಂದನ್ನೊಂದು ಕುಂಠಿತಗೊಳಿಸಬಹುದಾದ ಬಲದ ನಿರ್ಮಾಣವಾಗುತ್ತದೆ. ಪದರುಗಳ ನಡುವಿನ ವೇಗವನ್ನು ಕುಂಠಿತಗೊಳಿಸುವ ಈ ಬಲಕ್ಕೆ ಸ್ನಿಗ್ಧಬಲವೆನ್ನುತ್ತಾರೆ. **ತನ್ನ ಪದರುಗಳ ಮಧ್ಯದ ಚಲನೆಯನ್ನು ಕುಂಠಿತಗೊಳಿಸುವ ದ್ರವದ ಗುಣಧರ್ಮಕ್ಕೆ ಅದರ ಸ್ನಿಗ್ಧತೆ ಎಂದು ಕರೆಯಲಾಗುತ್ತದೆ.** ಈಗಾಗಲೇ ಮೇಲೆ ಹೇಳಿದಂತೆ ಔಡಲಎಣ್ಣೆ ಹಾಗೂ ನೀರು ಇವುಗಳ ಚಲನೆಯನ್ನು ಪ್ರತ್ಯೇಕವಾಗಿ ವೀಕ್ಷಿಸೋಣ. ಔಡಲಎಣ್ಣೆಯ ಚಲನೆ ಅತಿ ನಿಧಾನವಾಗಿರುತ್ತದೆ. ಅಂದರೆ ಆ ದ್ರವದ ಪದರುಗಳ ಮಧ್ಯೆ ಪರಸ್ಪರ ವಿರೋಧ ಅಧಿಕವಾಗಿರುತ್ತದೆ. ಇದರಿಂದಾಗಿ ಔಡಲ ಎಣ್ಣೆಯ ಸ್ನಿಗ್ಧತೆ ನೀರಿಗಿಂತ ಅಧಿಕವಾಗಿರುತ್ತದೆ. ಕಡಿಮೆ ಸಾಂದ್ರತೆಯಿರುವ ದ್ರವಗಳ ಸ್ನಿಗ್ಧತೆ ಸಾಮಾನ್ಯವಾಗಿ ಕಡಿಮೆ ಇರುತ್ತದೆ.

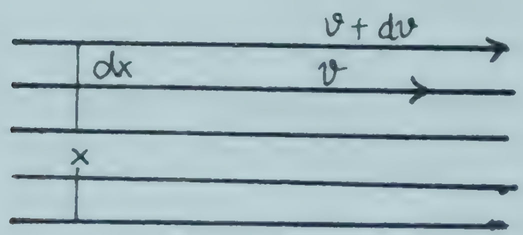


ಚಿತ್ರ 4.4.1

ಉದಾಹರಣೆಗಾಗಿ ಅಲ್ಕೋಹಾಲ್, ಸ್ಪಿರಿಟು, ನೀರು ಮುಂತಾದುವು. ಹಾಗಾಗಿಯೇ ಹೆಚ್ಚು ಸಾಂದ್ರತೆಯುಳ್ಳ ಔಡಲಎಣ್ಣೆ, ಡಾಂಬರು, ಗ್ಲಿಸರಿನ್ನು ಮುಂತಾದವುಗಳ ಸ್ನಿಗ್ಧತೆ ಅಧಿಕವಿರುತ್ತದೆ.

ನಿಂತಿರುವ ದ್ರವಗಳಿಗೆ ಸ್ನಿಗ್ಧಬಲಗಳ ಪರಿಣಾಮವಿರುವದಿಲ್ಲ. ಕೇವಲ ಚಲನೆಯಲ್ಲಿರುವ ದ್ರವಗಳಿಗೆ ಮಾತ್ರ ಇದು ಅನ್ವಯಿಸುತ್ತದೆ. ಸ್ನಿಗ್ಧದ್ರವಗಳು ಸಾಮಾನ್ಯವಾಗಿ ಧಾರಾಪ್ರವಾಹಿಯಲ್ಲಿಯೇ ಇರುತ್ತವೆ. ಸ್ನಿಗ್ಧತೆ ಕಡಿಮೆ ಇರುವ ದ್ರವಗಳು ಪ್ರಕ್ಷುಬ್ಧ ಪ್ರವಾಹಿಗಳಾಗುವ ಸಾಧ್ಯತೆ ಹೆಚ್ಚು. ದ್ರವಗಳ ಸ್ನಿಗ್ಧತೆ ಅವುಗಳ ಉಷ್ಣತೆಯನ್ನು ಅವಲಂಬಿಸಿರುತ್ತದೆ. ಉಷ್ಣತೆ ಅಧಿಕವಾದಂತೆ ಅವುಗಳ ಸ್ನಿಗ್ಧತೆ ಕಡಿಮೆಯಾಗುತ್ತದೆ. ಆದರೆ ಅನಿಲಗಳ ಸ್ನಿಗ್ಧತೆ ವೃದ್ಧಿಯಾಗುತ್ತದೆ. ಹೀಗಾಗಿ ಚಲನೆಯಲ್ಲಿರುವ ದ್ರವಗಳ ಎರಡು ಪದರುಗಳ ಮಧ್ಯದಲ್ಲಿ ಉಂಟಾಗುವ ಘರ್ಷಣಬಲವೇ ಸ್ನಿಗ್ಧ ಬಲ. ಅದಕ್ಕಾಗಿ ದ್ರವಗಳ ಸ್ನಿಗ್ಧತೆಯನ್ನು ಅವುಗಳ ಪದರುಗಳ ಅಂತರಿಕಘರ್ಷಣೆ ಎಂದೂ ಕರೆಯುವದುಂಟು. ಈ ಪದರುಗಳ ಅಂತರಿಕ ಘರ್ಷಣೆಯಿಂದಾಗಿ ಚಮಚದಿಂದ ಚೆನ್ನಾಗಿ ತಿರುಗಿಸಿದ ಒಂದು ಪಾತ್ರೆಯಲ್ಲಿನ ನೀರು ಕೆಲಸಮಯದ ನಂತರ, ತನ್ನಷ್ಟಕ್ಕೆ ತಾನೇ ಸ್ತಬ್ಧವಾಗಿ ನಿಲ್ಲುತ್ತದೆ.

ವೇಗ ಪ್ರವಣತೆ (Velocity Gradient)



ಚಿತ್ರ 4.4.2

ಧಾರಾಪ್ರವಾಹಿಯಲ್ಲಿರುವ ಒಂದು ದ್ರವದಲ್ಲಿ ಒಂದ ಕ್ಕೊಂದು ಹೊಂದಿ ಕೊಂಡಿರುವ ಎರಡು ಪದರಗಳ ಅಂತರ dx ಇರಲಿ. ಒಂದು ಪದರಿನ ವೇಗ v ಇದ್ದರೆ ಅದಕ್ಕೆ ಹೊಂದಿಕೊಂಡ ಮೇಲಿನ ಪದರಿನ ವೇಗ (v+dv) ಇರುತ್ತದೆ.

ಲಂಬವಾಗಿ ಮೇಲ್ಪದರುಗಳಿಗೆ ಹೋದಂತೆ ವೇಗವೃದ್ಧಿಯಾಗುತ್ತ ಹೋಗುತ್ತದೆ. ಹೀಗೆ ಏಕಮಾನ ದೂರದಲ್ಲಿ, Y ದಿಕ್ಕಿನಲ್ಲಿ ಆಗುವ ವೇಗದಲ್ಲಿನ ಬದಲಾವಣೆದರಕ್ಕೆ. ವೇಗಪ್ರವಣತೆ ಎಂದು ಹೆಸರು. dx ದೂರಕ್ಕೆ ವೇಗದಲ್ಲಿ dv ಬದಲಾವಣೆಯಾಗುತ್ತಿದ್ದರೆ; $\frac{dv}{dx}$ ವೇಗಪ್ರವಣತೆಯನ್ನು ಸೂಚಿಸುತ್ತದೆ.

ಸ್ನಿಗ್ಧತೆಯ ಗುಣಾಂಕ (Coefficient of viscosity)

ನ್ಯೂಟನ್ನನ ನಿಯಮಕ್ಕನುಸಾರವಾಗಿ ದ್ರವಪದರದ ಸ್ಪರ್ಶರೇಖೆಯ ಗುಂಟ ವರ್ತಿಸುವ ಸ್ನಿಗ್ಧಬಲ (f) (i) ದ್ರವ ಪದರಿನ ಕ್ಷೇತ್ರ A ಹಾಗೂ (ii) ಅದರ ವೇಗ ಪ್ರವಣತೆ $\frac{dv}{dx}$ ಗಳ ನೇರ ಅನುಪಾತದಲ್ಲಿರುತ್ತದೆ. ಅಂದರೆ

$$F \propto - A \frac{dv}{dx}$$

ಋಣ ಚಿಹ್ನೆಯು ಸ್ನಿಗ್ಧಬಲ ಹಾಗೂ ದ್ರವದ ವೇಗ ಪರಸ್ಪರ ವಿರುದ್ಧ ದಿಕ್ಕುಗಳಲ್ಲಿ ವರ್ತಿಸುತ್ತವೆ ಎಂದು ಸೂಚಿಸುತ್ತದೆ.

$$\therefore \quad F = - \eta A \frac{dv}{dx}$$

ಇಲ್ಲಿ ಸ್ಥಿರಾಂಶ η ವು ದ್ರವದ ಸ್ನಿಗ್ಧತೆಯ ಗುಣಾಂಕವನ್ನು ಸೂಚಿಸುತ್ತದೆ.

ಪ್ರತಿಯೊಂದು ದ್ರವದ η ವು ಸ್ಥಿರವಿರುತ್ತದೆ.

ಈಗ $A = 1$ ಹಾಗೂ $\frac{dv}{dx} = 1$ ಇದ್ದರೆ

$f = \eta$ ಆಗುತ್ತದೆ.

ಚಲನೆಯಲ್ಲಿರುವ ಏಕಮಾನ ವೇಗ ಪ್ರವಣತೆಯುಳ್ಳ ದ್ರವ ಪದರದ ಏಕಮಾನ ಕ್ಷೇತ್ರದ ಮೇಲೆ ಸ್ಪರ್ಶರೇಖೆಯ ದಿಕ್ಕಿನಲ್ಲಿ ವರ್ತಿಸುವ ಸಿಗ್ನಬಲಕ್ಕೆ-ಸ್ನಿಗ್ಧತೆಯ ಗುಣಾಂಕ (η) ಎಂದು ಹೆಸರು.

ಸ್ನಿಗ್ಧತೆಯ ಗುಣಾಂಕ (η) ದ ಆಯಾಮ ಸೂತ್ರ :

$$[\eta] = \frac{\text{ಸ್ನಿಗ್ಧಬಲ}}{\text{ಕ್ಷೇತ್ರ} \times \text{ವೇಗ ಪ್ರವಣತೆ}}$$

$$= \frac{[MLT^{-2}]}{[L^{2}][LT^{-1}L^{-1}]}$$

$$= [ML^{-1}T^{-1}]$$

CGS ಏಕಮಾನದಲ್ಲಿ ಸ್ನಿಗ್ಧತೆ ಗುಣಾಂಕದ ಏಕಮಾನ ಪಾಯಿಸ್ (Poise) SI ಏಕಮಾನದಲ್ಲಿ $N\text{-}s/m^2$ ಎಂದಿರುತ್ತದೆ. 1ಪಾಯಿಸ್ $= 10^{-1}$ $N\text{-}s/m^2$

ಲೋಮನಾಳದಲ್ಲಿ ದ್ರವದ ಪ್ರವಹನಕ್ಕೆ ಪಾಯಿಸಲ್ ಸೂತ್ರ

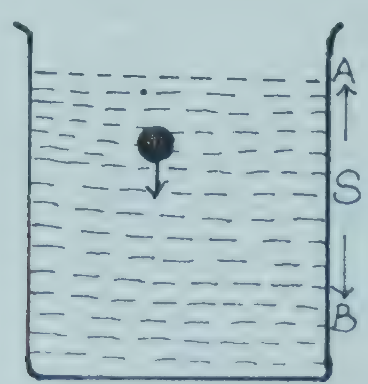
ಒಂದು ಸಣ್ಣ ರಂಧ್ರದ ನಳಿಕೆಯ ಮೂಲಕ ಪ್ರವಹಿಸುವ ದ್ರವದ ವೇಗ ನಳಿಕೆಯ ಅಕ್ಷದ ದಿಕ್ಕಿನಲ್ಲಿ ಅತ್ಯಧಿಕವಿರುತ್ತದೆ. ಹಾಗೂ ನಳಿಕಗೆ ಹೊಂದಿಕೊಂಡಿರುವ ದ್ರವಪದರಿನ ವೇಗ ಶೂನ್ಯವಿರುತ್ತದೆ. ಪ್ರವಾಹದ ವೇಗ ನಳಿಕೆಯ ಎರಡೂ ಕೊನೆಯಲ್ಲಿರುವ ಪ್ರವಾಹದ ಒತ್ತಡವನ್ನು ಅವಲಂಬಿಸಿರುತ್ತದೆ. ಪ್ರವಾಹದ ಒತ್ತಡ ಸ್ಥಿರವಿದ್ದು, ದ್ರವವು ಧಾರಾಪ್ರವಾಹಿಯಲ್ಲಿದ್ದರೆ, ಪ್ರತಿ ಸೆಕೆಂಡಿನಲ್ಲಿ ಪ್ರವಹಿಸುವ ದ್ರವದ ಗಾತ್ರ V ಯು ಈ ಕೆಳಗಿನ ಅಂಶಗಳನ್ನವಲಂಬಿಸಿರುತ್ತದೆ. (i) ನಳಿಕೆಯ ತ್ರಿಜ್ಯದ (a) ನಾಲ್ಕನೇ ಘಾತ (ii) ನಳಿಕೆಯ ಎರಡು ಬದಿಗಳ ನಡುವಿನ ಒತ್ತಡ P ಗೆ ನೇರ ಅನುಪಾತ ಮತ್ತು (iii) ನಳಿಕೆಯ ಉದ್ದ (l) ದ ವಿಲೋಮಾನುಪಾತದಲ್ಲಿರುತ್ತದೆ.

ಪಾಯಿಸಲ್ ಸೂತ್ರ :

$$V = \frac{\pi P a^4}{8 \eta l}$$

η – ಸಿಗ್ಧತೆಯ ಗುಣಾಂಕವಿರುತ್ತದೆ.

ಸ್ಟೋಕ್ಸ್ ನಿಯಮ - ಸ್ನಿಗ್ಧ ದ್ರವಗಳು ಅವುಗಳ ಮೂಲಕ ಚಲಿಸುವ ಕಾಯಗಳ ಚಲನೆಯನ್ನು ಕುಂಠಿತಗೊಳಿಸುತ್ತವೆ. ಇದು ಅವುಗಳಲ್ಲಿರುವ ಸ್ನಿಗ್ಧ ಬಲವನ್ನವಲಂಬಿಸಿರುತ್ತದೆ. ಇಂತಹ ಸ್ನಿಗ್ಧಬಲಕ್ಕೆ ಹಿಮ್ಮುಖಿ ಸ್ನಿಗ್ಧಎಳೆತ (viscous Drag) **ಎಂದು ಹೆಸರು. ಕಾಯಗಳ ವೇಗವು ಹೆಚ್ಚಿದಂತೆ ಸ್ನಿಗ್ಧ ಎಳೆತವೂ ಹೆಚ್ಚಾಗುತ್ತದೆ. ಕಾಯವು ಒಂದು ನಿರ್ದಿಷ್ಟ ವೇಗವನ್ನು ಪಡೆಯುವವರೆಗೂ ಇದು ನಡೆದಿರುತ್ತದೆ. ಈ ವೇಗಕ್ಕೆ ಅಂತಿಮ ವೇಗ** (Terminal Velocity)ವೆನ್ನುವರು.



ಚಿತ್ರ 4. 4.3

ಸ್ನಿಗ್ಧತೆಯ ಗುಣಾಂಕ η ಇರುವ ಒಂದು ಮಧ್ಯವರ್ತಿಯ ಮೂಲಕ r ತ್ರಿಜ್ಯದ ಗೋಲಾಕಾಯವು v ವೇಗದಿಂದ ಚಲಿಸುತ್ತಿದ್ದರೆ ಕಾಯದ ಮೇಲುಂಟಾಗುವ

ಮಧ್ಯವರ್ತಿಯ ಹಿಮ್ಮುಖ ಸ್ನಿಗ್ಧ ಎಳೆತವು ಉಂಟು ಮಾಡುವ ವೇಗಾಪಕರ್ಷಕ ಬಲ (F) ಕೆಳಗೆ ತೋರಿಸಿದಂತೆ ಇರುತ್ತದೆ ಎಂದು ಸ್ಟೋಕ್ಸ್ ಎನ್ನುವ ವಿಜ್ಞಾನಿ ನಿರ್ಧರಿಸಿದನು. ಸ್ಟೋಕ್ಸ್ ನಿಯಮವನ್ನು $F = 6 \pi \eta r v$ ಎಂಬ ಸೂತ್ರದಿಂದ ವಿವರಿಸಬಹುದು.

ಅಭ್ಯಾಸ

ಒಂದು ಅಂಕದ ಪ್ರಶ್ನೆಗಳು

1. ಸ್ನಿಗ್ಧತೆ ಎಂದರೇನು?
2. ವೇಗಪ್ರವಣತೆ ಎಂದರೇನು?
3. ಸ್ನಿಗ್ಧತೆಯ ಗುಣಾಂಕದ ಆಯಾಮ ಬರೆಯಿರಿ.
4. ಲೋಮನಾಳದಲ್ಲಿ ದ್ರವದ ಪ್ರವಹನಕ್ಕೆ ಪಾಯಿಸಲ್ ಸೂತ್ರ ಬರೆಯಿರಿ.
5. ಸ್ಟೋಕ್ಸ್ ನಿಯಮವನ್ನು ತಿಳಿಸಿ.

ನಾಲ್ಕು ಅಂಕಗಳ ಪ್ರಶ್ನೆಗಳು

1. ಸ್ನಿಗ್ಧತೆಗೆ ಸಂಬಂಧಿಸಿದಂತೆ ನ್ಯೂಟನ್ ನಿಯಮ ತಿಳಿಸಿ. ಸ್ನಿಗ್ಧತೆಯ ಗುಣಾಂಶವನ್ನು ಕಂಡು ಹಿಡಿಯುವ ಸೂತ್ರವನ್ನು ಬರೆಯಿರಿ.
2. ಲೋಮನಾಳದಲ್ಲಿ ಹರಿಯುವ ದ್ರವಕ್ಕೆ ಸಂಬಂಧಿಸಿದ ಸೂತ್ರ ಮತ್ತು ಸ್ಟೋಕ್ಸ್ ನಿಯಮಗಳನ್ನು ವಿವರಿಸಿ.

೫

ಶಾಖ ಪ್ರಕರಣ

5.1 ಶಾಖ ಮತ್ತು ಉಷ್ಣತೆ

ಶಾಖ : ನಿತ್ಯ ಜೀವನದಲ್ಲಿ, ಔದ್ಯೋಗಿಕ ರಂಗದಲ್ಲಿ ವಿದ್ಯುಚ್ಛಕ್ತಿಯಂತೆ ಶಾಖ ಕೂಡ ಮಹತ್ವದ ಪಾತ್ರ ವಹಿಸುತ್ತದೆ. ಭೂಮಿಯ ಮೇಲೆ ಜೀವಿಗಳು ಬದುಕಿ ಬಾಳಲು ಶಾಖ ಅಗತ್ಯ. ಅತಿ ಹೆಚ್ಚು ಶಾಖ ದೊರೆಯುವುದು ಸೂರ್ಯನಿಂದ. ಹತ್ತೊಂಭತ್ತನೆಯ ಶತಮಾನದ ಆದಿಯಲ್ಲಿ ನಡೆಸಿದ ಪ್ರಯೋಗಗಳು, ಶಾಖವೂ ಕೂಡ ಶಕ್ತಿಯ ರೂಪಗಳಲ್ಲೊಂದು ಎಂಬುದನ್ನು ದೃಢಪಡಿಸಿದವು. ಶಾಖವನ್ನು ಕೊಟ್ಟಾಗ ವಸ್ತುಗಳು ಹಿಗ್ಗುತ್ತವೆ. ವಸ್ತುಗಳಿಂದ ಶಾಖವನ್ನು ಹಿಂತೆಗೆದುಕೊಂಡರೆ ಕುಗ್ಗುತ್ತವೆ. ಅಧಿಕ ಪ್ರಮಾಣದಲ್ಲಿ ಶಾಖ ಕೊಟ್ಟರೆ ವಸ್ತುವಿನ ಸ್ಥಿತಿಯಲ್ಲಿ ಬದಲಾವಣೆ ಸಹ ಉಂಟಾಗುತ್ತದೆ. ಇವೆಲ್ಲ ವಿದ್ಯಮಾನಗಳು ಶಾಖದ ಅಸ್ತಿತ್ವವನ್ನು ಖಚಿತಪಡಿಸುತ್ತವೆ.

ಶಾಖ, ಶಕ್ತಿಯ ಒಂದು ರೂಪವೇನೋ ಸರಿ. ಆದರೆ ಅದರ ಸ್ವರೂಪವೇನು? ಅದು ಉತ್ಪನ್ನವಾಗುವುದು ಹೇಗೆ? ಎಂಬ ಪ್ರಶ್ನೆಗಳು ಉದ್ಭವಿಸುವದು ಸಹಜ. ಶಾಖ ನೀಡಿದಾಗ ವಸ್ತುಗಳು ಬಿಸಿಯಾಗುತ್ತವೆ. ಅವುಗಳಿಂದ ಶಾಖವನ್ನು ಮರಳಿ ಪಡೆದಾಗ ತಣ್ಣಗಾಗುತ್ತವೆ. ಇದು ಅನುಭವಕ್ಕೆ ಬಂದ ಅಂಶ. ಆದ್ದರಿಂದ ವಸ್ತುಗಳನ್ನು ಪ್ರವೇಶಿಸಿದಾಗ ಅವುಗಳನ್ನು ಬಿಸಿಯಾಗಿಸಬಲ್ಲ, ಅವುಗಳಿಂದ ಹೊರಬಂದಾಗ ತಂಪಾಗಿಸಬಲ್ಲ ಸಾಮರ್ಥ್ಯವಿರುವ ಶಕ್ತಿಯೇ ಶಾಖವೆಂದು ಹೇಳಬಹುದು. ಎರಡು ಮರದ ತುಂಡುಗಳನ್ನು ಅಥವಾ ಕಲ್ಲುಗಳನ್ನು ಪರಸ್ಪರ ಉಜ್ಜಿ ಶಾಖವನ್ನು ಉತ್ಪಾದಿಸಬಲ್ಲ ಕಲೆ ಆದಿಮಾನವನಿಗೆ ತಿಳಿದಿತ್ತು.

ಕಲ್ಲಿದ್ದಲನ್ನು ಉರಿಸಿದಾಗ ಶಾಖ ಉತ್ಪನ್ನವಾಗುತ್ತದಷ್ಟೆ. ಈ ಸಂದರ್ಭದಲ್ಲಿ ಕಲ್ಲಿದ್ದಲಿನಲ್ಲಿ ಸುಪ್ತವಾಗಿದ್ದ ರಾಸಾಯನಿಕ ಶಕ್ತಿಯು, ಶಾಖಶಕ್ತಿಯಾಗಿ ಪರಿವರ್ತನೆಗೊಂಡಿರುತ್ತದೆ. ಎರಡು ವಸ್ತುಗಳನ್ನು ಒಂದಕ್ಕೊಂದು ಉಜ್ಜುವದೆಂದರೆ, ಕೆಲಸ ಮಾಡುವುದು. ಈ ಕೆಲಸಕ್ಕೆ ಯಾಂತ್ರಿಕ ಕೆಲಸವೆಂದೂ, ಅದಕ್ಕೆ ಬೇಕಾದ ಶಕ್ತಿಗೆ ಯಾಂತ್ರಿಕಶಕ್ತಿಯೆಂದು ಹೇಳುವುದುಂಟು. ಯಾಂತ್ರಿಕಶಕ್ತಿಯನ್ನು ಶಾಖದ ರೂಪಕ್ಕೆ ಪರಿವರ್ತಿಸಲು ಸಾಧ್ಯವಿರುವಂತೆ; ಶಾಖ ಶಕ್ತಿಯನ್ನು ಸಹ ಯಾಂತ್ರಿಕಶಕ್ತಿಯನ್ನಾಗಿ ಪರಿವರ್ತಿಸಲು ಸಾಧ್ಯವಿದೆ. ಉಗಿಯಂತ್ರ ಇದಕ್ಕೊಂದು ಉತ್ತಮ ಉದಾಹರಣೆ. ಯಾಂತ್ರಿಕಶಕ್ತಿಯನ್ನು ಸಂಪೂರ್ಣವಾಗಿ ಶಾಖವನ್ನಾಗಿ ಪರಿವರ್ತಿಸಲು ಸಾಧ್ಯವಿದೆ. ಆದ್ದರಿಂದ ಅವುಗಳ ನಡುವೆ ಒಂದು ಖಚಿತ ಸಂಬಂಧವುಂಟು. ಆದರೆ ಶಾಖಶಕ್ತಿಯನ್ನು ಸಂಪೂರ್ಣವಾಗಿ ಯಾಂತ್ರಿಕಶಕ್ತಿಯನ್ನಾಗಿ

ಪರಿವರ್ತಿಸಲು ಸಾಧ್ಯವಾಗದು. ಈ ವಿದ್ಯಮಾನವನ್ನು ಔಷ್ಣಿಕ ಚಲನ ವಿಭಾಗದಲ್ಲಿ ಚರ್ಚಿಸಿದೆ. ಶಾಖವನ್ನು ಕುರಿತು ನಡೆಸಿದ ಅಧ್ಯಯನದ ಪ್ರಾರಂಭದಲ್ಲಿಯೇ ಪ್ರಸರಣ, ವಿಶಿಷ್ಟಉಷ್ಣ, ಸ್ಥಿತಿ ಪರಿವರ್ತನೆ, ವಹನ, ಸಂವಹನ, ವಿಕಿರಣ, ಕೆಲಸದ ರೂಪದಲ್ಲಿ ಶಾಖದ ಪರಿವರ್ತನೆ ಮುಂತಾದ ಶಾಖದ ಪರಿಣಾಮಗಳನ್ನು ಕಂಡುಹಿಡಿಯಲಾಯಿತು. ಇವುಗಳನ್ನು ನಂತರದ ವಿಭಾಗಗಳಲ್ಲಿ ಚರ್ಚಿಸಿದೆ.

ಉಷ್ಣತೆ : ವಸ್ತುಗಳನ್ನು ಸ್ಪರ್ಶಿಸಿದಾಗ, ಕೆಲವು ಬೆಚ್ಚಗಾಗಿಯೂ, ಇನ್ನು ಹಲವು ತಂಪಾಗಿಯೂ ಅನುಭವಕ್ಕೆ ಬರುತ್ತವೆ. ಒಂದು ವಸ್ತುವು ಎಷ್ಟರ ಮಟ್ಟಿಗೆ ಬಿಸಿಯಾಗಿದೆ ಅಥವಾ ಎಷ್ಟರ ಮಟ್ಟಿಗೆ ತಂಪಾಗಿದೆ ಎಂಬುದನ್ನು ಅಂದಾಜುಮಾಡಲು ಸಹ ಸಾಧ್ಯ. ಅದು ವಸ್ತುವಿನಲ್ಲಿರುವ ಶಾಖದ ಪ್ರಮಾಣವನ್ನವಲಂಬಿಸಿರುತ್ತದೆ. ಹೀಗೆ ವಸ್ತುವಿನಲ್ಲಿರುವ ಶಾಖದ ಮಟ್ಟವನ್ನು ಅದರ "ಉಷ್ಣತೆ" ಎಂದು ಹೇಳಲಾಗುತ್ತದೆ. ವಸ್ತುವು ಶಾಖವನ್ನು ಹೀರಿಕೊಂಡಾಗ ಬಿಸಿಯಾಗುತ್ತದೆ. ಅಂದರೆ ಅದರ ಉಷ್ಣತೆಯಲ್ಲಿ ಹೆಚ್ಚಳವಾಯಿತು. ವಸ್ತುವಿನಿಂದ ಶಾಖವನ್ನು ಹೊರತೆಗೆದಾಗ ಅದರ ಉಷ್ಣತೆ ಕಡಿಮೆಯಾಯಿತೆಂದರ್ಥ. ಆದ್ದರಿಂದ ಶಾಖ ಮೂಲಕಾರಣವಾಗಿದ್ದು, ಉಷ್ಣತೆಯನ್ನ ಅದರಿಂದುಂಟಾದ ಪರಿಣಾಮವೆಂದು ಪರಿಗಣಿಸಬಹುದು.

ಬಿಸಿಯಾದ ಲೋಹದ ಗುಂಡನ್ನು ತಣ್ಣೀರಿನಲ್ಲಿ ಹಾಕಿದಾಗ ಲೋಹದ ಗುಂಡು ಮೊದಲಿಗಿಂತ ತಣ್ಣಗಾಗುತ್ತದೆ ಮತ್ತು ನೀರು ಬಿಸಿಯಾಗುತ್ತದೆ. ಅಂದರೆ ಶಾಖವು ಅಧಿಕ ಉಷ್ಣತೆಯ ಲೋಹದ ಗುಂಡಿನಿಂದ ಕಡಿಮೆ ಉಷ್ಣತೆಯ ನೀರಿಗೆ ಹರಿದು ಹೋಗುತ್ತದೆಂದರ್ಥ. ಆದ್ದರಿಂದ ವಸ್ತುವು ಶಾಖವನ್ನು ಹೊರಬಿಡಬಲ್ಲುದೇ ಅಥವಾ ತೆಗೆದುಕೊಳ್ಳಬಲ್ಲುದೇ ಎಂಬುದನ್ನು ತೀರ್ಮಾನಿಸುವಂತಹ ಔಷ್ಣಿಕ ಸ್ಥಿತಿಯನ್ನೇ 'ಉಷ್ಣತೆ' ಎಂದು ವ್ಯಾಖ್ಯಿಸಬಹುದು.

ಉಷ್ಣತಾಮಾಪಕಗಳು : ವಸ್ತುವಿನ ಉಷ್ಣತೆಯನ್ನು ಅಳತೆಮಾಡಲು ಬಳಸುವ ಉಪಕರಣವೇ ಉಷ್ಣತಾಮಾಪಕ. ಅನೇಕ ವಿಧವಾದ ಉಷ್ಣತಾಮಾಪಕಗಳಿವೆ. ಅವುಗಳಲ್ಲಿ ಬಳಸಿದ ವಸ್ತುಗಳು ಉಷ್ಣತೆಗೆ ಯಾವ ರೀತಿ ಪ್ರತಿಕ್ರಿಯಿಸುತ್ತವೆಂಬುದನ್ನು ಅವಲಂಬಿಸಿ ಉಷ್ಣತಾಮಾಪಕದ ರಚನೆಯಿರುತ್ತದೆ.

(1) ದ್ರವ ಉಷ್ಣತಾಮಾಪಕಗಳು : ಇವುಗಳಲ್ಲಿ ಪಾದರಸ ಅಥವಾ ಆಲ್ಕೋಹಾಲ್ ಉಪಯೋಗಿಸುತ್ತಾರೆ. ಉಷ್ಣತೆ ಹೆಚ್ಚಿದಂತೆ ಪಾದರಸ ಅಥವಾ ಆಲ್ಕೋಹಾಲ್ ಗಾತ್ರ ಹೆಚ್ಚುತ್ತದೆ. ಉಷ್ಣತಾಮಾಪಕ ಕಾರ್ಯ ಮಾಡುವುದು ಈ ತತ್ವವನ್ನಾಧರಿಸಿ.

(2) ಅನಿಲ ಉಷ್ಣತಾಮಾಪಕಗಳು : ಇವುಗಳಲ್ಲಿ ಬಳಸಿದ ಅನಿಲಗಳ ಒತ್ತಡ ಅಥವಾ ಗಾತ್ರವು ಉಷ್ಣತೆಗನುಗುಣವಾಗಿ ಬದಲಾಗುವ ತತ್ವವನ್ನಾಧರಿಸಿ ಇವು ಕಾರ್ಯಮಾಡುತ್ತವೆ. ಇವುಗಳಲ್ಲೂ ಎರಡು ವಿಧ. ಒಂದು ಸ್ಥಿರಗಾತ್ರ ಅನಿಲ ಉಷ್ಣತಾಮಾಪಕ ಇನ್ನೊಂದು ಸ್ಥಿರ ಒತ್ತಡ ಅನಿಲ ಉಷ್ಣತಾಮಾಪಕ.

(3) ರೋಧ ಉಷ್ಣತಾಮಾಪಕಗಳು : ಉಷ್ಣತೆಯಲ್ಲಿ ವ್ಯತ್ಯಾಸವಾದಾಗ ಈ ಉಷ್ಣತಾಮಾಪಕದಲ್ಲಿ ಬಳಸಿದ ವಸ್ತುವಿನ ರೋಧದಲ್ಲಿ ವ್ಯತ್ಯಾಸವಾಗುತ್ತದೆ. ರೋಧದಲ್ಲಾದ ವ್ಯತ್ಯಾಸದಿಂದ ಉಷ್ಣತೆಯನ್ನು ಅಳತೆಮಾಡಬಹುದು. ಪ್ಲಾಟಿನಂ ರೋಧ ಉಷ್ಣತಾಮಾಪಕ ಇದಕ್ಕೆ ಉತ್ತಮ ಉದಾಹರಣೆ.

(4) ಔಷ್ಣಿಕ ವಿದ್ಯುತ್ ಉಷ್ಣತಾಮಾಪಕಗಳು : ಉಷ್ಣಯುಗ್ಮದ ಸಂಧಿಸ್ಥಾನಗಳು ಬೇರೆ ಬೇರೆ ಉಷ್ಣತೆಯಲ್ಲಿದ್ದಾಗ, ಅದರಲ್ಲಿ ವಿದ್ಯುಚ್ಚಾಲಕ ಬಲ ಉತ್ಪನ್ನವಾಗುತ್ತದೆ. ಇದು ಔಷ್ಣಿಕ ವಿದ್ಯುತ್ತು. ಈ ತತ್ವವನ್ನಾಧರಿಸಿ ಔಷ್ಣಿಕ ವಿದ್ಯುತ್ ಉಷ್ಣತಾಮಾಪಕಗಳು ಕಾರ್ಯಮಾಡುತ್ತವೆ.

(5) ವಿಕಿರಣ ಉಷ್ಣತಾಮಾಪಕಗಳು : ಇವು ವಸ್ತುವು ಉತ್ಸರ್ಜಿಸುವ ವಿಕಿರಣ ಶಾಖದ ಪರಿಮಾಣವನ್ನಾಧರಿಸಿ ಕಾರ್ಯಮಾಡುತ್ತವೆ.

ಸಾಮಾನ್ಯವಾಗಿ ಬಳಕೆಯಲ್ಲಿರುವ ಉಷ್ಣತೆಯ ಮಾನದಂಡ ಮೂರು.

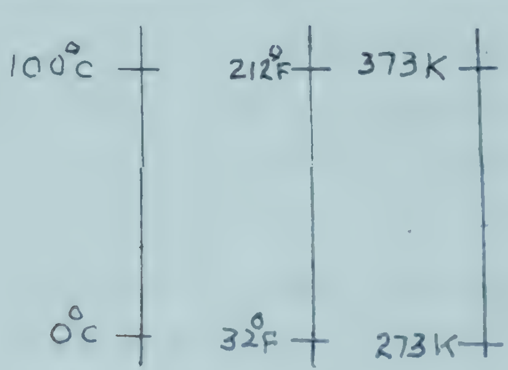
(i) ಫ್ಯಾರನ್ ಹೈಟ್ ಸ್ಕೇಲು

(ii) ಸೆಲ್ಸಿಯಸ್ ಸ್ಕೇಲು

(iii) ಕೆಲ್ವಿನ್ ನಿರಪೇಕ್ಷ ಸ್ಕೇಲು

ಉಷ್ಣತೆಯ ಪಟ್ಟಿಗಳು

100^0 C	212^0 F	373 K
0^0 C	32^0 F	273 K



ಸೆಂ. ಫ್ಯಾ. ನಿ

ಚಿತ್ರ 5.1.1

1948 ರಲ್ಲಿ ಭಾರ ಮತ್ತು ಮಾಪನಗಳ ಸಾರ್ವತ್ರಿಕ ಸಮಾವೇಶ ನಡೆಯಿತು. ಅದರಲ್ಲಿ ಸೆಂಟಿಗ್ರೇಡ್ ಬದಲಾಗಿ ಸೆಲ್ಸಿಯಸ್ ಉಪಯೋಗಿಸಬೇಕೆಂದು ತೀರ್ಮಾನಿಸಲಾಯಿತು. ಮೇಲೆ ಹೇಳಿದ ಸ್ಕೇಲುಗಳಲ್ಲಿ ಹಿಮದ ದ್ರವೀಭವನ ಮತ್ತು ನೀರಿನ ಆವಿ ಬಿಂದುಗಳ ಉಷ್ಣತೆಗಳು ಕೆಳಗಿನಂತಿವೆ.

ಹಿಮ ಬಿಂದು	ಆವಿ ಬಿಂದು
32^0 F	212^0 F
0^0 C	100^0 C
273K	373 K

ಒಂದೇ ಉಷ್ಣತೆಯನ್ನು ಸೆಲ್ಸಿಯಸ್ ಸ್ಕೇಲು ಮತ್ತು ಕೆಲ್ವಿನ್ ಸ್ಕೇಲುಗಳಲ್ಲಿ ಅನುಕ್ರಮವಾಗಿ t ಮತ್ತು T ಗಳಿಂದ ಅಳತೆ ಮಾಡಿದರೆ,

$T = (t + 273)$ ಆಗುತ್ತದೆ.

ಒಂದೇ ಉಷ್ಣತೆಯನ್ನು ಸೆಲ್ಸಿಯಸ್ ಸ್ಕೇಲಿನಲ್ಲಿ C ದಿಂದಲೂ, ಫ್ಯಾರನ್ ಹೈಟ್ ಸ್ಕೇಲಿನಲ್ಲಿ F ದಿಂದಲೂ ಅಳತೆಮಾಡಿದಾಗ, ಅವೆರಡರ ಸಂಬಂಧವನ್ನು ಕೆಳಗಿನ ಸಮೀಕರಣದಿಂದ ಸೂಚಿಸಬಹುದು.

$$C = \frac{5}{9}(F - 32)$$

ಶಾಖದಿಂದ ವಿಕಸನ ಅಥವಾ ಹಿಗ್ಗುವಿಕೆ

ಶಾಖವನ್ನು ಕೊಟ್ಟಾಗ ವಸ್ತುಗಳು ಹಿಗ್ಗುತ್ತವೆ. ಅಂದರೆ ಶಾಖ ನೀಡಿದಾಗ ವಸ್ತುವಿನ ಉದ್ದ ಮೇಲ್ಮೈ ವಿಸ್ತೀರ್ಣ, ಮತ್ತು ಗಾತ್ರ ಹೆಚ್ಚಾಗುತ್ತವೆ. ಹೀಗೆ ಮೂರು ವಿಧವಾದ ಹೆಚ್ಚಳವನ್ನು ಮೂರು ಗುಣಾಂಕಗಳಿಂದ ಸೂಚಿಸಲಾಗುತ್ತದೆ.

1. ರೇಖಾ ಪ್ರಸರಣ ಗುಣಾಂಕ : ವಸ್ತುವಿನ ಉಷ್ಣತೆಯನ್ನು 1^0C ನಷ್ಟು ಹೆಚ್ಚಿಸಿದಾಗ ಅದರ ಉದ್ದದಲ್ಲಾದ ಹೆಚ್ಚಳ ಮತ್ತು ಮೂಲ ಉದ್ದ ಇವುಗಳ ಪ್ರಮಾಣ, ಇದನ್ನು α ಸಂಕೇತದಿಂದ ಸೂಚಿಸಲಾಗುತ್ತದೆ.

$t_1\,^0C$ ಉಷ್ಣತೆಯಲ್ಲಿ ಒಂದು ದಂಡದ ಉದ್ದ l_1 ಇರಲಿ.

$t_2\,^0C$ ಉಷ್ಣತೆಯಲ್ಲಿ ಅದರ ಉದ್ದ l_2 ಆದಲ್ಲಿ

$(t_2 - t_1)^0C$ ಗೆ ಉದ್ದದಲ್ಲಾದ ಹೆಚ್ಚಳ $= l_2 - l_1$

ಪ್ರತಿ 1^0C ಗೆ ಉದ್ದದಲ್ಲಾದ ಹೆಚ್ಚಳ $= \dfrac{l_2 - l_1}{(t_2 - t_1)}$

$$\therefore \alpha = \frac{l_2 - l_1}{l_1 (t_2 - t_1)}$$

ಅಥವಾ $l_2 = l_1 [1 + \alpha (t_2 - t_1)]$ ------- (5.1.1)

2. ವಿಸ್ತೀರ್ಣ ವಿಕಸನ ಗುಣಾಂಕ : ಒಂದು ವಸ್ತುವಿನ ಉಷ್ಣತೆಯನ್ನು 1^0 C ನಷ್ಟು ಹೆಚ್ಚಿಸಿದಾಗ ಅದರ ವಿಸ್ತೀರ್ಣದಲ್ಲಾಗುವ ಹೆಚ್ಚಳ ಮತ್ತು ಮೂಲ ವಿಸ್ತೀರ್ಣ ಇವುಗಳ ಪ್ರಮಾಣ. β ಇದರ ಸಂಕೇತಾಕ್ಷರ.

ಒಂದು ಲೋಹದ ಫಲಕದ ವಿಸ್ತೀರ್ಣ t^0_1 C ಉಷ್ಣತೆಯಲ್ಲಿ A_1 ಇದ್ದು t^0_2 C ಉಷ್ಣತೆಗೇರಿಸಿದಾಗ A_2 ಆದಲ್ಲಿ

$$\beta = \frac{A_2 - A_1}{A_1 (t_2 - t_1)}$$

ಅಥವಾ $A_2 = A_1 [1 + \beta (t_2 - t_1)]$ -------- (5.1.2)

3. ಗಾತ್ರ ವಿಕಸನ ಗುಣಾಂಕ : ಒಂದು ವಸ್ತುವಿನ ಉಷ್ಣತೆಯನ್ನು 1^0 C ಹೆಚ್ಚಿಸಿದಾಗ ಅದರ ಗಾತ್ರದಲ್ಲಾದ ಹೆಚ್ಚಳ ಮತ್ತು ಮೂಲ ಗಾತ್ರ ಇವುಗಳ ಪ್ರಮಾಣ. γ ಇದರ ಸಂಕೇತಾಕ್ಷರ.

ಒಂದು ವಸ್ತುವಿನ ಗಾತ್ರ t^0_1 C ಉಷ್ಣತೆಯಲ್ಲಿ v_1 ಇದ್ದು t^0_2 C ಉಷ್ಣತೆಗೇರಿಸಿದಾಗ v_2 ಆದಲ್ಲಿ

$$\gamma = \frac{v_2 - v_1}{v_1 (t_2 - t_1)}$$

ಅಥವಾ $v_2 = v_1 [1 + \gamma (t_2 - t_1)]$ -------(5.1.3)

α, β ಮತ್ತು γ ಇವುಗಳ ಸಂಬಂಧವನ್ನು ಕೆಳಗಿನ ಗಣಿತೋಕ್ತಿಯಿಂದ ಕೊಡಲಾಗುತ್ತದೆ.

$\alpha = \beta / 2 = \gamma / 3$ ---------(5.1.4)

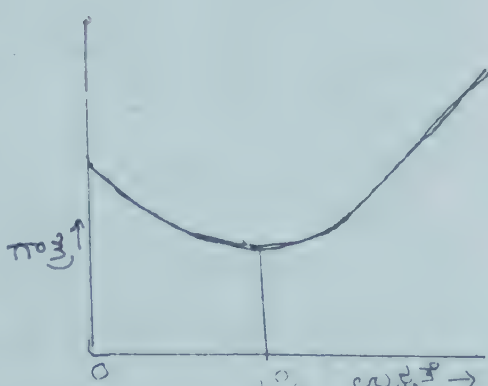
ಘನ ವಸ್ತುಗಳಿಗೆ ನಿರ್ದಿಷ್ಟ ಉದ್ದ, ವಿಸ್ತೀರ್ಣ ಮತ್ತು ಗಾತ್ರಗಳಿದ್ದರೆ, ದ್ರವ ಮತ್ತು ಅನಿಲಗಳಿಗೆ ಕೇವಲ ಗಾತ್ರ ಮಾತ್ರ ಇರುತ್ತದೆ. ಆದ್ದರಿಂದ ಅವಕ್ಕೆ ಸಂಬಂಧಿಸಿದಂತೆ, ಗಾತ್ರ ವಿಕಸನ ಗುಣಾಂಕವನ್ನು ಮಾತ್ರ ವ್ಯಾಖ್ಯಿಸಲು ಸಾಧ್ಯ.

ದ್ರವಕ್ಕೆ ಶಾಖ ಕೊಡಬೇಕಾದರೆ, ಅದನ್ನೊಂದು ಪಾತ್ರೆಯಲ್ಲಿ ಹಾಕಿ ಕಾಯಿಸಬೇಕಷ್ಟೆ. ಆಗ ದ್ರವದೊಡನೆ ಅದನ್ನು ಇರಿಸಿದ ಪಾತ್ರೆಯೂ ಸಹ ವಿಕಸನಗೊಳ್ಳುತ್ತದೆ. ಆದ್ದರಿಂದ

ದ್ರವದ ವೀಕ್ಷಿತ ವಿಕಸನವು ನೈಜ ವಿಕಸನಕ್ಕಿಂತ ಕಡಿಮೆಯಿರುತ್ತದೆ. ಆದ್ದರಿಂದ ದ್ರವಗಳಿಗೆ ಸಂಬಂಧಿಸಿದಂತೆ, ತೋರಿಕೆಯ ಮತ್ತು ನೈಜ ಹೀಗೆ ಎರಡು ವಿಕಸನ ಗುಣಾಂಕಗಳನ್ನು ವ್ಯಾಖ್ಯಿಸಲು ಸಾಧ್ಯವಿದೆ ಮತ್ತು ದ್ರವದ ನೈಜ ವಿಕಸನ ಗುಣಾಂಕ= ದ್ರವದ ತೋರಿಕೆಯ ವಿಕಸನ ಗುಣಾಂಕ + ಪಾತ್ರೆಯ ಗಾತ್ರ ವಿಕಸನ ಗುಣಾಂಕ. γ ನೈಜ $= \gamma$ ತೋರಿಕೆಯ + γ ಪಾತ್ರೆಗೆ ಸಂಬಂಧಿಸಿದಂತೆ.

ಅನಿಲಗಳ ಉಷ್ಣತೆಯನ್ನು ಸ್ವಲ್ಪ ಹೆಚ್ಚಿಸಿದರೂ ಅದರ ಗಾತ್ರದಲ್ಲಿ ಗಮನಾರ್ಹ ಹೆಚ್ಚಳವಾಗುತ್ತದೆ. ಆ ಹೆಚ್ಚಳಕ್ಕೆ ಹೋಲಿಸಿದಾಗ ಪಾತ್ರೆಯ ಗಾತ್ರದಲ್ಲಾಗುವ ಹೆಚ್ಚಳವನ್ನು ಉಪೇಕ್ಷಿಸಬಹುದು. ಆದರೆ ಅನಿಲಗಳನ್ನು ಕಾಯಿಸಿದಾಗ ಅವುಗಳ ಗಾತ್ರವಷ್ಟೇ ಅಲ್ಲದೆ ಒತ್ತಡವೂ ಹೆಚ್ಚಾಗುತ್ತದೆ. ಅದ್ದರಿಂದ ಅನಿಲಗಳಿಗೆ ಸಂಬಂಧಿಸಿದಂತೆ ಎರಡು ವಿಕಸನಗಳನ್ನು ಪರಿಗಣಿಸಬೇಕಾಗುತ್ತದೆ. ಒಂದು ಒತ್ತಡ ಸ್ಥಿರವಾಗಿದ್ದಾಗ, ಉಷ್ಣತೆಯೊಡನೆ ಬದಲಾಗುವ ಅದರ ಗಾತ್ರ ; ಇನ್ನೊಂದು ಗಾತ್ರ ಸ್ಥಿರವಾಗಿದ್ದಾಗ, ಉಷ್ಣತೆಯೊಡನೆ ಬದಲಾಗುವ ಅದರ ಒತ್ತಡ. ಇವೆರಡು ವಿಕಸನ ಗುಣಾಂಕಗಳನ್ನು ಅನುಕ್ರಮವಾಗಿ ಅನಿಲದ ಗಾತ್ರಗುಣಾಂಕ ಮತ್ತು ಒತ್ತಡಗುಣಾಂಕಗಳೆಂದು ಕರೆಯಲಾಗುತ್ತಿದ್ದು, ಅವುಗಳನ್ನು ಅನುಕ್ರಮವಾಗಿ α ಮತ್ತು β ಸಂಕೇತಗಳಿಂದ ಸೂಚಿಸಲಾಗುತ್ತದೆ. ಇವುಗಳ ಬಗ್ಗೆ ಮುಂದಿನ ಭಾಗಗಳಲ್ಲಿ ವಿವರವಾಗಿ ವಿವೇಚಿಸಲಾಗಿದೆ.

ಶಾಖ ಕೊಟ್ಟಾಗ ವಸ್ತುಗಳು ಹಿಗ್ಗುವುದೂ, ಶಾಖವನ್ನು ತೆಗೆದುಹಾಕಿದಾಗ ಕುಗ್ಗುವದೂ, ಸಾಮಾನ್ಯ ನಿಯಮ. ಆದರೆ ಇದಕ್ಕೆ ಅಪವಾದಗಳೂ ಉಂಟು. ನೀರು ಇದಕ್ಕೆ ಉತ್ತಮ ಉದಾಹರಣೆ. ನೀರಿನ ಉಷ್ಣತೆಯನ್ನು ಕಡಿಮೆಮಾಡುತ್ತಾ ಹೋದರೆ ಅದರ ಗಾತ್ರ ಸಹ ಕುಗ್ಗುತ್ತ ಹೋಗುತ್ತದೆ. ಅದರ ಉಷ್ಣತೆ 4^0C ತಲುಪುವವರೆಗೆ ಈ ಕ್ರಿಯೆ ನಡೆಯುತ್ತದೆ. ನೀರಿನ ಉಷ್ಣತೆಯನ್ನು 4^0C ಗಿಂತಲೂ ಕಡಿಮೆಮಾಡಿದರೆ ಅದರ ಗಾತ್ರ ಕಡಿಮೆಯಾಗುವ ಬದಲಾಗಿ ಹೆಚ್ಚಾಗುತ್ತದೆ. ಗಾತ್ರ ಹೆಚ್ಚುವ ಕ್ರಿಯೆ ಅದರ ಉಷ್ಣತೆ ಶೂನ್ಯಡಿಗ್ರಿ ಸೆಲ್ಸಿಯಸ್ ತಲುಪುವವರೆಗೆ ನಡೆಯುತ್ತದೆ. ಇದನ್ನೇ ನೀರಿನ ಅಸಂಗತ ವಿಕಸನವೆಂದು ಕರೆಯುವದುಂಟು. ಈ ಸಂದರ್ಭದಲ್ಲಿ ದ್ರವರೂಪದಲ್ಲಿರುವ ನೀರು ಘನ ರೂಪದಲ್ಲಿರುವ ಹಿಮವಾಗಿ ಪರಿವರ್ತನೆಗೊಳ್ಳುತ್ತದೆ. ಅಂದರೆ ಅದರ ಸ್ಥಿತಿ ಬದಲಾಗುತ್ತದೆ. ನೀರು 4^0C ತಲುಪಿದಾಗ ಅದರ ಸಾಂದ್ರತೆ ಅತ್ಯಧಿಕವಾಗಿರುತ್ತದೆ. ಅಸಂಗತ ವಿಕಸನದ ಕಾರಣದಿಂದ ಧ್ರುವ ಪ್ರದೇಶಗಳಲ್ಲಿ ಸಾಗರದ ಮೇಲ್ಭಾಗ ಹೆಪ್ಪುಗಟ್ಟಿದ್ದರೂ, ಕೆಳಭಾಗದಲ್ಲಿ ನೀರು ದ್ರವರೂಪದಲ್ಲಿಯೇ ಉಳಿದಿರುತ್ತದೆ. ಆದ್ದರಿಂದ ಜಲಚರಗಳು ಬದುಕಿ ಬಾಳಲು ಸಾಧ್ಯವಾಗಿದೆ.



ಚಿತ್ರ 5 1.2

ಅಭ್ಯಾಸ

1. ಉಷ್ಣತಾ ಮಾಪಕಗಳ ಬಗ್ಗೆ ಸಂಕ್ಷಿಪ್ತ ಟಿಪ್ಪಣಿ ಬರೆಯಿರಿ.
2. ಶಾಖದಿಂದಾಗುವ ವಿಕಸನವನ್ನು ವಿವರಿಸಿ.
3. ನೀರಿನ ಅಸಂಗತ ವಿಕಸನವನ್ನು ಚಿತ್ರಸಹಿತ ವಿವರಿಸಿ.
4. 98° F ಅನ್ನು ಸೆಲ್ಸಿಯಸ್ ಡಿಗ್ರಿಗಳಲ್ಲಿ ತಿಳಿಸಿ.
5. ನಿರಪೇಕ್ಷ ಉಷ್ಣತಾ ಸ್ಕೇಲನ್ನು ವಿವರಿಸಿ.

5.2 ಅನಿಲ ನಿಯಮಗಳು

ಚಾರ್ಲ್ಸ್ ನಿಯಮ : ಸ್ಥಿರವಾದ ಒತ್ತಡದಲ್ಲಿ, ನಿರ್ದಿಷ್ಟ ದ್ರವ್ಯರಾಶಿಯ ಯಾವುದೇ ಅನಿಲದ ಗಾತ್ರವು ಪ್ರತಿ ಡಿಗ್ರಿ ಸೆಲ್ಸಿಯಸ್ ಉಷ್ಣತೆಯ ಹೆಚ್ಚಳಕ್ಕೆ, ಶೂನ್ಯ ಡಿಗ್ರಿ ಸೆಲ್ಸಿಯಸ್‌ನಲ್ಲಿರುವ ಅದರ ಗಾತ್ರದ $\frac{1}{273}$ ರಷ್ಟು ಹೆಚ್ಚುತ್ತದೆ. ಇದನ್ನೇ ಗಣಿತೋಕ್ತಿಯಲ್ಲಿ

$$v = v_0 (1 + \alpha t) \qquad \text{-------} (5.2.1)$$

ಎಂದು ಹೇಳಬಹುದು. ಇಲ್ಲಿ ಒತ್ತಡ ಸ್ಥಿರವಾಗಿದ್ದಾಗ, ನಿರ್ದಿಷ್ಟ ದ್ರವ್ಯರಾಶಿಯ ಅನಿಲದ ಗಾತ್ರ ಶೂನ್ಯ ಡಿಗ್ರಿ ಸೆಲ್ಸಿಯಸ್ ಉಷ್ಣತೆಯಲ್ಲಿ v_0 ಮತ್ತು t^0 ಸೆಲ್ಸಿಯಸ್ ಉಷ್ಣತೆಯಲ್ಲಿ v ಇರುತ್ತದೆ. α ದ ಮೌಲ್ಯ $\frac{1}{273}$ ಗೆ ಸಮ.

ಇದೇ ರೀತಿ, ಗಾತ್ರ ಸ್ಥಿರವಾಗಿದ್ದಾಗ ಒತ್ತಡದಲ್ಲಾಗುವ ಬದಲಾವಣೆಗೆ ಸಂಬಂಧಿಸಿದ ನಿಯಮವನ್ನು ಕೆಳಗಿನಂತೆ ಹೇಳಲಾಗುತ್ತದೆ.

ಸ್ಥಿರವಾದ ಗಾತ್ರವಿದ್ದಾಗ, ನಿರ್ದಿಷ್ಟ ದ್ರವ್ಯರಾಶಿಯ ಯಾವುದೇ ಅನಿಲದ ಒತ್ತಡವು ಪ್ರತಿ ಡಿಗ್ರಿ ಸೆಲ್ಸಿಯಸ್ ಉಷ್ಣತೆಯ ಹೆಚ್ಚಳಕ್ಕೆ, ಶೂನ್ಯ ಡಿಗ್ರಿ ಸೆಲ್ಸಿಯಸ್‌ನಲ್ಲಿರುವ ಅದರ ಒತ್ತಡದ $\frac{1}{273}$ ರಷ್ಟು ಹೆಚ್ಚುತ್ತದೆ. ಇದನ್ನೇ ಗಣಿತೋಕ್ತಿಯಲ್ಲಿ

$$P = P_0 (1 + \beta t) \qquad \text{--------}(5.2.2)$$

ಎಂದು ಬರೆಯಬಹುದು. ಇಲ್ಲಿ ಗಾತ್ರ ಸ್ಥಿರವಾಗಿದ್ದಾಗ ನಿರ್ದಿಷ್ಟ ದ್ರವ್ಯರಾಶಿಯ ಅನಿಲದ ಒತ್ತಡ ಶೂನ್ಯ ಡಿಗ್ರಿ ಉಷ್ಣತೆಯಲ್ಲಿ P_0 ಮತ್ತು t^0 ಸೆಲ್ಸಿಯಸ್ ಉಷ್ಣತೆಯಲ್ಲಿ P ಇರುತ್ತದೆ.

β ದ ಮೌಲ್ಯ $\frac{1}{273}$ ಗೆ ಸಮ

ಬಾಯ್ಲ್ ನಿಯಮ : ಉಷ್ಣತೆ ಸ್ಥಿರವಾಗಿದ್ದಾಗ ನಿರ್ದಿಷ್ಟ ದ್ರವ್ಯರಾಶಿಯ ಯಾವುದೇ• ಅನಿಲದ ಗಾತ್ರವು ಅದರ ಒತ್ತಡದೊಂದಿಗೆ ವಿಲೋಮಾನುಪಾತದಲ್ಲಿ ಬದಲಾಗುತ್ತದೆ.

ಉಷ್ಣತೆ ಸ್ಥಿರವಾಗಿದ್ದಾಗ ನಿರ್ದಿಷ್ಟ ದ್ರವ್ಯರಾಶಿಯ ಅನಿಲದ ಗಾತ್ರ V ಮತ್ತು ಒತ್ತಡ P ಇದ್ದರೆ,

$V \alpha 1/P$

ಅಥವಾ PV = ಸ್ಥಿರಾಂಕ --------(5.2.3)

ಒಂದು ನಿರ್ದಿಷ್ಟ ದ್ರವ್ಯರಾಶಿಯ ಅನಿಲದ ಒತ್ತಡ P_1 ಇದ್ದಾಗ ಅದರ ಗಾತ್ರ V_1 ಇರಲಿ. ಉಷ್ಣತೆಯನ್ನು ಸ್ಥಿರವಾಗಿಟ್ಟು, ಅದರ ಒತ್ತಡ P_2 ಗೆ ಏರಿಸಿದಾಗ ಗಾತ್ರ V_2 ಆಗಲಿ. ಆಗ

$$P_1 V_1 = P_2 V_2 \qquad \text{----------(5.2.4)}$$

ಉಷ್ಣತೆಯ ನಿರಪೇಕ್ಷ ಸ್ಕೇಲು

ನಿರ್ದಿಷ್ಟ ದ್ರವ್ಯರಾಶಿಯ ಯಾವುದೇ ಅನಿಲದ ಒತ್ತಡವನ್ನು ಸ್ಥಿರವಾಗಿಟ್ಟು, ಅದರ ಉಷ್ಣತೆಯನ್ನು ಕಡಿಮೆಮಾಡುತ್ತಹೋದರೆ, ಚಾರ್ಲ್ಸ್ ನಿಯಮದ ಪ್ರಕಾರ ಅದರ ಗಾತ್ರ ಪ್ರತಿಡಿಗ್ರಿ ಸೆಲ್ಸಿಯಸ್ ಉಷ್ಣತೆಗೆ, ಶೂನ್ಯಡಿಗ್ರಿ ಸೆಲ್ಸಿಯಸ್ ಉಷ್ಣತೆಯಲ್ಲಿರುವ ಗಾತ್ರದ $\frac{1}{273}$ ಯಷ್ಟು ಕಡಿಮೆಯಾಗುತ್ತ ಹೋಗುತ್ತದೆ.

ಒತ್ತಡ ಸ್ಥಿರವಾಗಿದ್ದಾಗ, ನಿರ್ದಿಷ್ಟ ದ್ರವ್ಯರಾಶಿಯ ಅನಿಲದ ಗಾತ್ರ ಶೂನ್ಯ ಡಿಗ್ರಿ ಸೆಲ್ಸಿಯಸ್ ಉಷ್ಣತೆಯಲ್ಲಿ V_0 ಇರಲಿ. ಚಾರ್ಲ್ಸ ನಿಯಮದ ಮೇರೆಗೆ,

$$-1^0C \text{ ಉಷ್ಣತೆಯಲ್ಲಿ ಅದರ ಗಾತ್ರ} = v_0 - \frac{v_0}{273} = \frac{272}{273} v_0$$

$$\text{ಇದೇ ರೀತಿ } -273^0C \text{ ಉಷ್ಣತೆಯಲ್ಲಿನ ಗಾತ್ರ} = v_0 - \frac{273}{273} v_0 = 0$$

ಅಂದರೆ $-273^0 C$ ಉಷ್ಣತೆಯಲ್ಲಿ ಅನಿಲದ ಗಾತ್ರ ಶೂನ್ಯವಾಗುತ್ತದೆ. ಉಷ್ಣತೆಯನ್ನು ಇನ್ನೂ ಕಡಿಮೆ ಮಾಡಿದರೆ ಗಾತ್ರ ಋಣವಾಗುತ್ತದೆ. ಇದು ಅಸಾಧ್ಯ. ಆದ್ದರಿಂದ ಕಲ್ಪಿಸಲು ಸಾಧ್ಯವಿರುವ ಕನಿಷ್ಠ ಉಷ್ಣತೆಯೆಂದರೆ -273^0C. ಈ ಉಷ್ಣತೆಗೆ ನಿರಪೇಕ್ಷ ಶೂನ್ಯವೆಂದು ಹೇಳಲಾಗುತ್ತದೆ. ಇದು ತಾತ್ವಿಕವಾಗಿ ಮಾತ್ರ ಸಾಧ್ಯ. ಯಾಕೆಂದರೆ ಸಾಮಾನ್ಯವಾಗಿ ತಿಳಿದಿರುವ ಅನಿಲಗಳೆಲ್ಲ ಈ ಉಷ್ಣತೆ ತಲುಪುವ ಮುಂಚೆಯೇ ದ್ರವರೂಪ ತಾಳುತ್ತವೆ.

ನಿರಪೇಕ್ಷ ಶೂನ್ಯವನ್ನು ಕನಿಷ್ಠ ಬಿಂದುವೆಂದು ಪರಿಗಣಿಸಿ, ಲಾರ್ಡ್ ಕೆಲ್ವಿನ್

ಉಷ್ಣತೆಯ ಹೊಸ ಸ್ಕೇಲನ್ನು ರೂಪಿಸಿದ. ಅದನ್ನು ಉಷ್ಣತೆಯ ನಿರಪೇಕ್ಷ ಸ್ಕೇಲು ಎಂದು ಹೇಳಲಾಗುತ್ತದೆ. ಈ ಸ್ಕೇಲಿನಲ್ಲೂ ಸಹ ಪ್ರತಿಯೊಂದು ಡಿಗ್ರಿಯ ಪರಿಮಾಣ, ಸೆಲ್ಸಿಯಸ್ ಸ್ಕೇಲಿನಲ್ಲಿರುವ ಡಿಗ್ರಿಯ ಪರಿಮಾಣದಷ್ಟೇ ಇರುತ್ತದೆ. ನಿರಪೇಕ್ಷ ಶೂನ್ಯವನ್ನು ಶೂನ್ಯವಾಗಿಟ್ಟುಕೊಂಡು ಸೆಲ್ಸಿಯಸ್ ಡಿಗ್ರಿಯನ್ನೇ ಏಕಮಾನವಾಗಿ ಪರಿಗಣಿಸಿ ಒಂದು ಉಷ್ಣತಾಶ್ರೇಣಿ (ಸ್ಕೇಲ್) ತಯಾರಿಸಿದೆ. ನಿರಪೇಕ್ಷ ಸ್ಕೇಲಿನಲ್ಲಿ ಉಷ್ಣತೆಯನ್ನು T ಸಂಕೇತಾಕ್ಷರದಿಂದಲೂ, ಸೆಂಟಿಗ್ರೇಡ್ ಸ್ಕೇಲಿನಲ್ಲಿ t ಸಂಕೇತಾಕ್ಷರದಿಂದಲೂ ಸೂಚಿಸಿದಾಗ

$$T = t + 273 \qquad \text{-------(5.2.5)}$$

ಉದಾಹರಣೆಗೆ $27^0 C$ ಉಷ್ಣತೆಯು $300^0 A$ ಗೆ ಸಮ. A ಸಂಕೇತಾಕ್ಷರವು ಇಂಗ್ಲಿಷ್ ಶಬ್ದವಾದ **Absolute** ನ ಮೊದಲ ಅಕ್ಷರ. ಇನ್ನು ಮುಂದೆ ಇದನ್ನೇ 300K ಎಂದು ಬರೆಯಲಾಗುತ್ತದೆ. K ಕೆಲ್ವಿನ್ ಹೆಸರಿನ ಮೊದಲ ಅಕ್ಷರ.

ಅನಿಲದ ಗಾತ್ರ, ಒತ್ತಡ ಮತ್ತು ಉಷ್ಣತೆಗಳ ನಡುವಣ ಸಂಬಂಧ

ಒತ್ತಡ ಸ್ಥಿರವಾಗಿದ್ದಾಗ, ನಿರ್ದಿಷ್ಟ ದ್ರವ್ಯರಾಶಿಯ ಅನಿಲವೊಂದರ ಗಾತ್ರ 0^0C ದಲ್ಲಿ V_0 ಮತ್ತು $t\,^0C$ ದಲ್ಲಿ V ಇರಲಿ.

ಚಾರ್ಲ್ಸ್ ನಿಯಮದ ಮೇರೆಗೆ

$V = V_0 (1 + \alpha t)$, ಆದರೆ $\alpha = \frac{1}{273}$

$$V = V_0 (1 + t / 273)$$

$$= V_0 (273 + t) / 273$$

$V = V_0 T / 273$, T ಯು ಅನಿಲದ ನಿರಪೇಕ್ಷ ಉಷ್ಣತೆ.

V_0 ಸ್ಥಿರವಾಗಿರುವದರಿಂದ

$$V \alpha T \qquad \text{--------(5.2.6)}$$

ಆದ್ದರಿಂದ ಒತ್ತಡ ಸ್ಥಿರವಾಗಿದ್ದಾಗ ನಿರ್ದಿಷ್ಟ ದ್ರವ್ಯರಾಶಿಯ ಯಾವುದೇ ಅನಿಲದ ಗಾತ್ರವು ನಿರಪೇಕ್ಷ ಉಷ್ಣತೆಯೊಂದಿಗೆ ಸರಳಾನುಪಾತದಲ್ಲಿ ಬದಲಾಗುತ್ತದೆ.

ಒತ್ತಡ ಸ್ಥಿರವಾಗಿದ್ದಾಗ, ನಿರ್ದಿಷ್ಟ ದ್ರವ್ಯರಾಶಿಯ ಅನಿಲದ ಗಾತ್ರವು T_1 ಮತ್ತು T_2 ಉಷ್ಣತೆಗಳಲ್ಲಿ ಅನುಕ್ರಮವಾಗಿ V_1 ಮತ್ತು V_2 ಇದ್ದರೆ,

$$\frac{V_1}{V_2} = \frac{T_1}{T_2} \qquad \text{-------(5.2.7)}$$

ಇದೇ ರೀತಿ ನಿರ್ದಿಷ್ಟ ದ್ರವ್ಯರಾಶಿಯ ಅನಿಲದ ಒತ್ತಡವು, ಗಾತ್ರ ಸ್ಥಿರವಾಗಿದ್ದಾಗ, ನಿರಪೇಕ್ಷ ಉಷ್ಣತೆಯೊಡನೆ ಸರಳಾನುಪಾತದಲ್ಲಿ ಬದಲಾಗುತ್ತದೆಂದು ಸಾಧಿಸಿ ತೋರಿಸಬಹುದು. ಆದ್ದರಿಂದ

$$\frac{P_1}{P_2} = \frac{T_1}{T_2} \qquad \text{-------(5.2.8)}$$

ಪರಿಪೂರ್ಣ ಅನಿಲ ಸಮೀಕರಣ

ಬಾಯ್ಲ್ ಮತ್ತು ಚಾರ್ಲ್ಸ್ ನಿಯಮಗಳನ್ನು ಪಾಲಿಸುವ ಅನಿಲವನ್ನು ಪರಿಪೂರ್ಣ ಅಥವಾ ಆದರ್ಶ ಅನಿಲವೆಂದು ಕರೆಯಲಾಗುತ್ತದೆ. ಅನಿಲದ ಒತ್ತಡ, ಗಾತ್ರ ಮತ್ತು ನಿರಪೇಕ್ಷ ಉಷ್ಣತೆಗಳ ನಡುವಣ ಸಂಬಂಧವನ್ನು ಒಂದು ಸಮೀಕರಣದಿಂದ ಸೂಚಿಸಲು ಸಾಧ್ಯವಿದೆ. ಪರಿಪೂರ್ಣ ಅನಿಲಕ್ಕೆ ಸಂಬಂಧಿಸಿದಂತೆ

$$PV = r\,T \qquad \text{-----------(5.2.9)}$$

ಇದೇ ಅನಿಲ ಸಮೀಕರಣ. r – ಅನಿಲ ಸ್ಥಿರಾಂಕ.

ಎಲ್ಲ ಪರಿಪೂರ್ಣ ಅನಿಲಗಳು ಈ ಸಮೀಕರಣವನ್ನು ಪಾಲಿಸುವುದರಿಂದ, ಇದನ್ನು **ಪರಿಪೂರ್ಣ ಅನಿಲ ಸಮೀಕರಣ**ವೆಂದು ಕರೆಯುವುದುಂಟು. ಅನಿಲ ಸ್ಥಿರಾಂಕವು ಅನಿಲದ ದ್ರವ್ಯರಾಶಿಯನ್ನು ಅವಲಂಬಿಸಿರುತ್ತದೆ. ಸಾಮಾನ್ಯ ಒತ್ತಡ ಮತ್ತು ಉಷ್ಣತೆಯಲ್ಲಿ (NTP) ಎಲ್ಲ ಅನಿಲಗಳ ಒಂದು kg ಅಣು ಗಾತ್ರವು (ಇದನ್ನು ಒಂದು ಮೋಲ್ ಎಂದೂ ಹೇಳಬಹುದು) 22.4×10^{-3} m^3 ಇರುವುದು ಖಚಿತಪಟ್ಟಿದೆ. ಆದ್ದರಿಂದ ಒಂದು ಮೋಲ್ ಅನಿಲವನ್ನು ಪರಿಗಣಿಸಿದರೆ ಎಲ್ಲ ಅನಿಲಗಳಿಗೂ ಅನಿಲಸ್ಥಿರಾಂಕ ಒಂದೇ ಆಗಿರುತ್ತದೆ. ಆದ್ದರಿಂದ ಅದನ್ನು ಸಾರ್ವತ್ರಿಕ ಅನಿಲ ಸ್ಥಿರಾಂಕವೆಂದು ಕರೆದು, R ದಿಂದ ಸೂಚಿಸಲಾಗಿದೆ.

NTP ಯಲ್ಲಿ ಒಂದು ಮೋಲ್ ಅನಿಲವನ್ನು ಪರಿಗಣಿಸಿದಾಗ,

$T = 273^0$ A, $P = 76 \times 13.6 \times 981 \times 10^{-1}$ N/m^2

ಮತ್ತು $V = 22.4 \times 10^{-3}$ m^3 ಇರುತ್ತವೆ.

ಈ ಮೌಲ್ಯಗಳನ್ನು (5.2.9) ಸಮೀಕರಣದಲ್ಲಿ ಆದೇಶಿಸಿದಾಗ ಸಾರ್ವತ್ರಿಕ ಅನಿಲ ಸ್ಥಿರಾಂಕ

$R = (76 \times 13.6 \times 981) \times 10^{-1} \times 22.4 \times 10^{-3}/273$

$= 8.31$ J / K / ಮೋಲ್

ಸ್ಥಿರೋಷ್ಣತೆ ಮತ್ತು ಸಮೋಷ್ಣ ಬದಲಾವಣೆಗಳು

ಯಾವುದೇ ವ್ಯವಸ್ಥೆಗೆ ಶಾಖ ಕೊಡುವ ಅಥವಾ ಅದರಿಂದ ಶಾಖವನ್ನು ಹೊರತೆಗೆದುಕೊಳ್ಳುವುದರ ಮೂಲಕ ಆ ವ್ಯವಸ್ಥೆಯ ಉಷ್ಣತೆಯನ್ನು ಸ್ಥಿರವಾಗಿಡುವ ಪ್ರಕ್ರಿಯೆಗೆ ಸ್ಥಿರೋಷ್ಣತಾ ಪ್ರಕ್ರಿಯೆ ಎಂದು ಕರೆಯಲಾಗುತ್ತದೆ. ಪೂರ್ಣವಾಹಕ ಗುಣವಿರುವ ಸಿಲಿಂಡರಿನಲ್ಲಿ, ಪೂರ್ಣವಾಹಕ ಗುಣದ ಪಿಸ್ಟನ್ನಿನ ಸಹಾಯದಿಂದ ಬಂಧಿಸಿದ ಅನಿಲದ ನಿಧಾನ ಪ್ರಸರಣವು ಸ್ಥಿರೋಷ್ಣತಾ ಪ್ರಕ್ರಿಯೆಗೆ ಉತ್ತಮ ಉದಾಹರಣೆಯಾಗಿದೆ. ಈ ಸಂದರ್ಭದಲ್ಲಿ ಹೊರಗಿನಿಂದ ಅನಿಲಕ್ಕೆ ಶಾಖ ಹರಿದು ಉಷ್ಣತೆಯನ್ನು ಸ್ಥಿರವಾಗಿಡುತ್ತದೆ. ಆದ್ದರಿಂದ ಅನಿಲದ ಒತ್ತಡ ಮತ್ತು ಗಾತ್ರ PV = ಸ್ಥಿರಾಂಕ ನಿಬಂಧನೆಗೊಳಪಟ್ಟು ಬದಲಾಗುತ್ತವೆ.

ಒಂದು ಅನಿಲ ವ್ಯವಸ್ಥೆಯ ಪ್ರಕ್ರಿಯೆಯಲ್ಲಿ ಹೊರಗಿನಿಂದ ಆ ವ್ಯವಸ್ಥೆಗೆ ಶಾಖ ಹರಿಯುವುದಾಗಲೀ ಅಥವಾ ಆ ವ್ಯವಸ್ಥೆಯಿಂದ ಶಾಖ ಹೊರಗೆ ಹರಿಯುವದಾಗಲೀ ಇಲ್ಲದಿದ್ದರೆ, ಅದನ್ನು ಸಮೋಷ್ಣ ಪ್ರಕ್ರಿಯೆಯೆಂದು ಕರೆಯಲಾಗುತ್ತದೆ. ಇದರಲ್ಲಿ ಮಹತ್ವದ ಅಂಶವೆಂದರೆ, ಒಂದು ವ್ಯವಸ್ಥೆ ಮತ್ತು ಅದರ ಸುತ್ತಣ ಪರಿಸರದ ಮಧ್ಯೆ ಶಾಖದ ವಿನಿಮಯ ನಡೆಯುವುದಿಲ್ಲ. ಪೂರ್ಣ ಅವಾಹಕಗುಣದ ಸಿಲಿಂಡರಿನಲ್ಲಿ ಪೂರ್ಣ ಅವಾಹಕ ಗುಣದ ಪಿಸ್ಟನ್ನಿನಿಂದ ಬಂಧಿಸಿದ ಅನಿಲದ ಹಿಗ್ಗುವಿಕೆ ಮತ್ತು ಕುಗ್ಗುವಿಕೆಗಳು ಸಮೋಷ್ಣ ಪ್ರಕ್ರಿಯೆಗೆ ಉದಾಹರಣೆ.

ಸಮೋಷ್ಣ ಪ್ರಕ್ರಿಯೆಗೊಳಪಟ್ಟು ಬದಲಾಗುತ್ತಿರುವ ಅನಿಲದ ಒತ್ತಡ ಮತ್ತು ಗಾತ್ರಗಳ ನಡುವಿನ ಸಂಬಂಧವನ್ನು ಕೆಳಗಿನ ಸಮೀಕರಣದಿಂದ ಸೂಚಿಸಲಾಗುತ್ತದೆ.

PV^{γ} = ಸ್ಥಿರಾಂಕ ------(5.2.10)

ಅನಿಲದ ವಿಶಿಷ್ಟ ಉಷ್ಣಗಳ ಅನುಪಾತ $\gamma = Cp / Cv$

ಸಮೋಷ್ಣ ಬದಲಾವಣೆಗೆ ಸಂಬಂಧಿಸಿದ ಇನ್ನೂ ಎರಡು ಸಮೀಕರಣಗಳುಂಟು.

$TV^{\gamma-1}$ = ಸ್ಥಿರಾಂಕ ------(5.2.11)

$TP(1-\gamma)/\gamma$ = ಸ್ಥಿರಾಂಕ ------(5.2.12)

ಉದಾಹರಣೆಗಳು

1. ಒತ್ತಡ ಸ್ಥಿರವಾಗಿದ್ದಾಗ, ನಿರ್ದಿಷ್ಟ ದ್ರವ್ಯರಾಶಿಯ ನಿಯಾನ್ ಅನಿಲದ ಗಾತ್ರ 100^0C ಉಷ್ಣತೆಯಲ್ಲಿ $8m^3$ ಇದ್ದರೆ, 0^0C ಉಷ್ಣತೆಯಲ್ಲಿ ಅದರ ಗಾತ್ರವೆಷ್ಟು?

$\frac{V_1}{V_2} = \frac{T_1}{T_2}$ ಅಥವಾ $V_2 = \frac{T_2}{T_1} V_1$

$$V_2 = \frac{0 + 273}{100 + 273} (8m^3) = 6m^3$$

2. ಒಂದು ಉಕ್ಕಿನ ಟ್ಯಾಂಕಿನಲ್ಲಿರುವ ಅನಿಲದ ಉಷ್ಣತೆ 27^0C ಮತ್ತು ಒತ್ತಡ 12.0 atm ಇರುತ್ತದೆ. ಅದನ್ನು $127^0 C$ ವರೆಗೆ ಕಾಯಿಸಿದರೆ, ಅನಿಲದ ಆಂತರಿಕ ಒತ್ತಡವೆಷ್ಟಾಗುತ್ತದೆಂಬುದನ್ನು SI ಮಾನಗಳಲ್ಲಿ ನಿರ್ಧರಿಸಿರಿ.

$$\frac{P_1}{P_2} = \frac{T_1}{T_2} \qquad P_2 = \frac{T_2}{T_1} P_1$$

$$P_2 = \frac{(127 + 273)}{(27 + 273)} \times (12) = 16 \text{ atm}$$

$P_2 = 16 \times 1.03\ 125 \times 10^5$ Pa $= 1.65 \times 10^6$ Pa.

3. ಒಂದು ಅನಿಲದ ಗಾತ್ರವು 150^0 C ಉಷ್ಣತೆ ಹಾಗೂ 730 mm ಪಾದರಸದ ಒತ್ತಡದಲ್ಲಿ 3.5×10^{-4} m^3 ಇದ್ದರೆ, NTP ಯಲ್ಲಿ ಅದರ ಗಾತ್ರವನ್ನು ಕಂಡುಹಿಡಿಯಿರಿ.

Po = 760 mm, To = 273 K, Vo = ?

P = 730 mm V = 3.5×10^{-4} m^3 , T = 273 + 150

= 423 K

$$\frac{Po\ Vo}{To} = \frac{PV}{T}$$

$$\therefore Vo = \frac{PV}{Po} \frac{To}{T}$$

$$\therefore Vo = \frac{730 \times 3.5 \times 10^{-4} m3 \times 273}{760 \times 423} = 2.17 \times 10^{-4} m^3$$

ಆದ್ದರಿಂದ NTP ಯಲ್ಲಿ ಅನಿಲದ ಗಾತ್ರ = 2.17×10^{-4} m^3

4. 2.5×10^{-4} m^3 ಗಾತ್ರದ ವಿದ್ಯುತ್ ಬಲ್ಬನ್ನು ತಯಾರಿಸುವ ಕಾಲಕ್ಕೆ 27^0 C ಉಷ್ಣತೆಯಲ್ಲಿ 10^{-3} mm ಪಾದರಸದ ಒತ್ತಡದಲ್ಲಿ ಸೀಲು ಮಾಡಲಾಗಿದೆ. ಬುರುಡೆಯೊಳಗಿರುವ ಹವೆಯ ಅಣುಗಳ ಸಂಖ್ಯೆಯನ್ನು ಲೆಕ್ಕಮಾಡಿರಿ. ಅವೆಗಾಡ್ರೋ ಸಂಖ್ಯೆ = 6×10^{26} / ಕಿಲೋಮೋಲ್.

$$\frac{Po\ Vo}{To} = \frac{PV}{T},$$ P = 10^{-3} mm, Po = 760 ಪಾದರಸದ ಎತ್ತರ

$V = 2.5 \times 10^{-4}\ m^3$, $T_o = 273K$, $T = 300K$

V_o = NTP ಯಲ್ಲಿ ಅನಿಲದ ಗಾತ್ರ

$$\therefore V_o = \frac{PVT_o}{P_o T} = \frac{10^{-3} \times 2.5 \times 10^{-4}\ m^3 \times 273}{760 \times 300}$$

$V_o = 2.99 \times 10^{-10}\ m^3$

ಒಂದು ಕಿಲೋಮೋಲ್ ಅಂದರೆ 22.4 m^3 ನಲ್ಲಿ 6×10^{26} ಅಣುಗಳಿರುತ್ತವೆ. ಆದ್ದರಿಂದ $2.99 \times 10^{-10}\ m^3$ ನಲ್ಲಿ

$\frac{6 \times 10^{26} \times 2.99 \times 10^{-10}}{22.4}$ ಅಣುಗಳಿರುತ್ತವೆ.

ಆದ್ದರಿಂದ ವಿದ್ಯುತ್ ಬಲ್ಬ್‌ನೊಳಗಿನ ಅಣುಗಳ ಸಂಖ್ಯೆ $= 8.02 \times 10^{15}$ ಅಣುಗಳು

5. ಸಾಮಾನ್ಯ ಒತ್ತಡ ಮತ್ತು 27^0 C ಉಷ್ಣತೆಯಲ್ಲಿ ನಿರ್ದಿಷ್ಟ ದ್ರವ್ಯರಾಶಿಯ ಹವೆಯ ಗಾತ್ರವನ್ನು ಒಮ್ಮಿಂದೊಮ್ಮೆಲೆ ಅದರ 1/3 ಕ್ಕೆ ಇಳಿಸಿದೆ. ಹಾಗಾದರೆ ಆಗಿನ ಒತ್ತಡವೆಷ್ಟು? $\gamma = 1.4$

ಇದು ಸಮೋಷ್ಣ ಪ್ರಸರಣವಾದ್ದರಿಂದ

$P_2 V_2^{\gamma} = P_1 V_1^{\gamma}$

$P_1 = 1$ atm ; $V_2 = 1/3\ V_1$; $P_2 = ?$

$$\frac{P_2}{P_1} = \left(\frac{V_1}{V_2}\right)^{\gamma}$$

$$\frac{P_2}{1} = 3^{1.4} ; \log P_2 = 1.4 \log 3 = 1.4 \times 0.4771 = 0.6679$$

$\therefore P_2 = 4.655$ atm

6. ಒಂದು ಗಾಜಿನ ಬುರುಡೆಯಲ್ಲಿರುವ ಹವೆಯ ಒತ್ತಡ 1 atm ಮತ್ತು ಉಷ್ಣತೆ 27^0 C ಇದೆ. ಬುರುಡೆ ತಡೆದುಕೊಳ್ಳಬಹುದಾದ ಗರಿಷ್ಠ ಒತ್ತಡ 2 atm ಇದ್ದರೆ ಅದು ಯಾವ ಉಷ್ಣತೆಯಲ್ಲಿ ಒಡೆಯುತ್ತದೆ?

$$\frac{P_1}{P_2} = \frac{T_1}{T_2} \quad \therefore \quad \frac{1}{2} = \frac{300}{T_2} \quad \text{ಅಥವಾ} \quad T_2 = 600^0\ A$$

$\therefore$ ಬುರುಡೆ 600^0 A = 327^0 C ಉಷ್ಣತೆಯಲ್ಲಿ ಒಡೆಯುತ್ತದೆ.

ಅಭ್ಯಾಸ

1. ಚಾರ್ಲ್ಸ್ ನಿಯಮವನ್ನು ವಿವರಿಸಿ.
2. ಬಾಯ್ಲ್ ನಿಯಮವನ್ನು ವಿವರಿಸಿ.
3. ನಿರಪೇಕ್ಷ ಸ್ಕೇಲನ್ನು ಚಾರ್ಲ್ಸ್‌ನಿಯಮವನ್ನು ಬಳಸಿಕೊಂಡು ವಿವರಿಸಿ.
4. ಅನಿಲದ ಗಾತ್ರ, ಒತ್ತಡ ಮತ್ತು ಉಷ್ಣತೆಗಳ ನಡುವಣ ಸಂಬಂಧವನ್ನು ನಿಷ್ಪತ್ತಿಸಿ.
5. ಪರಿಪೂರ್ಣ ಅನಿಲ ಸಮೀಕರಣವನ್ನು ನಿಷ್ಪತ್ತಿಸಿ.
6. ಸ್ಥಿರೋಷ್ಣ ಮತ್ತು ಸಮೋಷ್ಣ ಬದಲಾವಣೆಗಳನ್ನು ವಿವರಿಸಿ.

ಲೆಕ್ಕಗಳು

1. ನಿರ್ದಿಷ್ಟ ದ್ರವ್ಯರಾಶಿಯ ಆಕ್ಸಿಜನ್ ಅನಿಲದ ಗಾತ್ರವು 15^0 C ಉಷ್ಣತೆಯಲ್ಲಿ ಮತ್ತು 730mm ಪಾದರಸ ಒತ್ತಡದಲ್ಲಿ 3.5×10^{-4} m^3 ಇರುತ್ತದೆ. NTP ಯಲ್ಲಿ ಅದರ ಗಾತ್ರವನ್ನು ಲೆಕ್ಕಮಾಡಿರಿ. [3.19×10^{-4} m^3]

2. 17^0 C ಉಷ್ಣತೆ ಮತ್ತು 1 atm ಒತ್ತಡದಲ್ಲಿರುವ ಅನಿಲವನ್ನು ಒಮ್ಮಿಂದೊಮ್ಮೆಲೆ ಅದರ ಅರ್ಧ ಗಾತ್ರಕ್ಕೆ ಕುಗ್ಗಿಸಿದರೆ, ಅದರ ಒತ್ತಡ 2.5 atm ಆಗುತ್ತದೆ. ಆಗ ಅನಿಲದ ಉಷ್ಣತೆ ಎಷ್ಟು ಡಿಗ್ರಿ ಸೆಲ್ಸಿಯಸ್‌ಗಳಾಗುತ್ತದೆ? [89.5^0 C]

3. ಮೋಟಾರು ಚಕ್ರದ ಟ್ಯೂಬಿನಲ್ಲಿ ಗಾಳಿಯನ್ನು ತುಂಬಿ ಅದರ ಒತ್ತಡವನ್ನು 1.5 atm ಗಳಿಗೇರಿಸಲಾಗಿದೆ. ವಾಹನ ಓಡುವಾಗ ಚಕ್ರದ ಗಾತ್ರ ಸ್ಥಿರವಾಗಿ ಉಳಿದು, ಅದರ ಉಷ್ಣತೆ 27^0 C ಯಿಂದ 77^0 C ಗಳಿಗೇರುತ್ತದೆ. ಹಾಗಾದರೆ ಚಕ್ರದಲ್ಲಿರುವ ಗಾಳಿಯ ಒತ್ತಡವೆಷ್ಟು? [1.75 atm]

4. NTP ಯಲ್ಲಿ ಹವೆಯ ಸಾಂದ್ರತೆ 0.001293 ಗ್ರಾಂ / c.c. ಇದ್ದರೆ, 27^0 C ಉಷ್ಣತೆಯಲ್ಲಿ, 750mm ಪಾದರಸದ ಒತ್ತಡದಲ್ಲಿ ಅದರ ಸಾಂದ್ರತೆಯೆಷ್ಟು?
[0.001161 ಗ್ರಾಂ / c.c.]

5. ಮಾನವ ದೇಹದ ಉಷ್ಣತೆ 98.6 ಫ್ಯಾರನ್‌ಹೈಟ್ ಇರುತ್ತದೆ. ಅದನ್ನು ಸೆಲ್ಸಿಯಸ್ ಮತ್ತು ಕೆಲ್ವಿನ್‌ಗಳಲ್ಲಿ ಹೇಳಿರಿ. [37 ; 310]

6. ಸ್ಥಿರವಾದ ಒತ್ತಡದಲ್ಲಿ 20^0 C ಉಷ್ಣತೆಯಲ್ಲಿ 10^{-4} m^3 ಗಾತ್ರವಿರುವ ಅನಿಲದ ಗಾತ್ರ 50^0 C ಉಷ್ಣತೆಯಲ್ಲಿ ಎಷ್ಟಾಗುತ್ತದೆ? [1.10×10^{-4} m^3]

7. NTP ಯಲ್ಲಿ ನಿರ್ದಿಷ್ಟ ಗಾತ್ರವಿರುವ ಹವೆಯ ಗಾತ್ರವನ್ನು ಸಮೋಷ್ಣ ಪ್ರಕ್ರಿಯೆಯ ಮೂಲಕ ಅದರ ನಾಲ್ಕುಪಟ್ಟು ಹೆಚ್ಚಿಸಿದೆ. ಹಾಗಾದರೆ ಆಗಿನ ಒತ್ತಡ ಮತ್ತು ಉಷ್ಣತೆಯನ್ನು ಲೆಕ್ಕಮಾಡಿರಿ. [0.144 atm, 157K]

5.3 ಶಾಖದ ಹೀರಿಕೆ

ಮೇಲಿನ ಮಟ್ಟದಿಂದ ಕೆಳಗಿನ ಮಟ್ಟಕ್ಕೆ ನೀರು ಹರಿಯುವಂತೆ, ಶಾಖವು ಬಿಸಿಯಾದ ವಸ್ತುಗಳಿಂದ ತಂಪಾದ ವಸ್ತುಗಳಿಗೆ ಹರಿಯುತ್ತದೆ. ಶಾಖವು ಪ್ರವೇಶಿಸಿದ ವಸ್ತುವಿನ ಉಷ್ಣತೆ ಹೆಚ್ಚುತ್ತದೆ. ಆದ್ದರಿಂದ ಶಾಖ ಅಳತೆಮಾಡಲು ಸಾಧ್ಯವಿರುವಂತಹ ಒಂದು ಭೌತಿಕ ಪರಿಮಾಣ. ಅದನ್ನು ಕ್ಯಾಲೊರಿ ಮಾಪನ ವಿಧಾನಗಳನ್ನು ಆಧರಿಸಿ ಅಳತೆ ಮಾಡಲಾಗುತ್ತದೆ. ಕ್ಯಾಲೊರಿಮಾಪನ ವಿಧಾನಗಳಲ್ಲಿ ಮುಖ್ಯವಾದವುಗಳು ನಾಲ್ಕು.

1) ಮಿಶ್ರಣಗಳ ವಿಧಾನ
2) ಶೀತಲೀಕರಣ ವಿಧಾನ
3) ಗುಪ್ತೋಷ್ಣ ವಿಧಾನ
4) ವಿದ್ಯುತ್ ವಿಧಾನ

ಶಾಖದ ಮಾನಗಳು

SI ಪದ್ಧತಿಯಲ್ಲಿ ಶಾಖದ ಮಾನ ಜೂಲ್ (J). (1/42000) kg ನೀರಿನ ಉಷ್ಣತೆಯನ್ನು 1 ಕೆಲ್ವಿನ್ ಹೆಚ್ಚಿಸಲು ಬೇಕಾದ ಶಾಖ ಒಂದು ಜೂಲ್.

CGS ಮತ್ತು FPS ಪದ್ಧತಿಗಳಲ್ಲಿ ಶಾಖವನ್ನು ಅಳತೆ ಮಾಡುವ ಬೇರೆ ಮಾನಗಳುಂಟು.

CGS ಪದ್ಧತಿಯಲ್ಲಿ ಶಾಖದ ಮಾನ ಕ್ಯಾಲೊರಿ. ಒಂದು ಗ್ರಾಂ ನೀರಿನ ಉಷ್ಣತೆಯನ್ನು ಒಂದು ಡಿಗ್ರಿ ಸೆಂಟಿಗ್ರೇಡ್ ಹೆಚ್ಚಿಸಲು ಬೇಕಾದ ಶಾಖ ಒಂದು ಕ್ಯಾಲೊರಿ. 1 ಕ್ಯಾಲೊರಿ = 4.2 ಜೂಲ್.

FPS ಪದ್ಧತಿಯಲ್ಲಿ ಶಾಖದ ಮಾನ, ಬ್ರಿಟಿಷ್ ಥರ್ಮಲ್ ಯೂನಿಟ್.

ಒಂದು ಪೌಂಡ್ ನೀರಿನ ಉಷ್ಣತೆಯನ್ನು ಒಂದು ಫ್ಯಾರನ್‌ಹೈಟ್‌ನಷ್ಟು ಹೆಚ್ಚಿಸಲು ಬೇಕಾದ ಶಾಖ ಒಂದು ಬ್ರಿಟಿಷ್ ಥರ್ಮಲ್ ಯೂನಿಟ್.

1 B th U = 252 ಕ್ಯಾಲೊರಿಗಳು.

ವಿಶಿಷ್ಟ ಉಷ್ಣ

ಒಂದೇ ದ್ರವ್ಯರಾಶಿಯಿರುವ ಬೇರೆ ಬೇರೆ ವಸ್ತುಗಳ ಉಷ್ಣತೆಯನ್ನು ಅಷ್ಟೇ ಪ್ರಮಾಣದಲ್ಲಿ ಹೆಚ್ಚಿಸಲು, ಬೇರೆ ಬೇರೆ ಪ್ರಮಾಣದಲ್ಲಿ ಶಾಖ ನೀಡಬೇಕಾಗುತ್ತದೆಂಬ ಸಂಗತಿ ಪ್ರಯೋಗದಿಂದ ತಿಳಿದು ಬಂದಿದೆ. ಯಾವುದೇ ವಸ್ತುವಿನ ಉಷ್ಣತೆಯನ್ನು ಹೆಚ್ಚಿಸಲು ನೀಡಬೇಕಾದ ಶಾಖದ ಪರಿಮಾಣವು ಕೆಳಗಿನ ಸಂಗತಿಗಳನ್ನು ಅವಲಂಬಿಸಿರುತ್ತದೆ.

(i) ವಸ್ತುವಿನ ದ್ರವ್ಯರಾಶಿ (m)
(ii) ಉಷ್ಣತೆಯಲ್ಲಾದ ಹೆಚ್ಚಳ (θ)
(iii) ವಸ್ತುವಿನ ಸ್ವರೂಪ

∴ ವಸ್ತುವಿಗೆ ನೀಡಿದ ಶಾಖ $Q \alpha m \theta$

ಅಥವಾ $Q = s\,m\,\theta$ ——————(5.3.1)

s ವಸ್ತುವಿನ ಸ್ವರೂಪವನ್ನವಲಂಬಿಸಿದ ಸ್ಥಿರಾಂಕವಿದ್ದು, ಅದನ್ನು ವಸ್ತುವಿನ ವಿಶಿಷ್ಟ ಉಷ್ಣವೆಂದು ಕರೆಯಲಾಗುತ್ತದೆ. ವಿಶಿಷ್ಟ ಉಷ್ಣವೆಂದರೆ, ಒಂದು ಮಾಸ ದ್ರವ್ಯರಾಶಿಯ ವಸ್ತುವಿನ ಉಷ್ಣತೆಯನ್ನು ಒಂದು ಡಿಗ್ರಿ ಹೆಚ್ಚಿಸಲು ಕೊಡಬೇಕಾದ ಶಾಖ.

SI ಪದ್ಧತಿಯಲ್ಲಿ ವಿಶಿಷ್ಟ ಉಷ್ಣವನ್ನು ಕೆಳಗಿನಂತೆ ವ್ಯಾಖ್ಯಾನಿಸಬಹುದು.

ವಿಶಿಷ್ಟ ಉಷ್ಣವೆಂದರೆ ಒಂದು ಕಿಲೋಗ್ರಾಂ ದ್ರವ್ಯರಾಶಿಯಿರುವ ವಸ್ತುವಿನ ಉಷ್ಣತೆಯನ್ನು ಒಂದು ಕೆಲ್ವಿನ್ ಹೆಚ್ಚಿಸಲು ಕೊಡಬೇಕಾದ ಶಾಖ. ವಿಶಿಷ್ಟ ಉಷ್ಣದ ಮಾನ, ಪ್ರತಿ ಕೆಲ್ವಿನ್‌ಗೆ ಪ್ರತಿಕಿಲೋಗ್ರಾಂಗೆ ಇಂತಿಷ್ಟು ಜೂಲ್‌ಗಳು ($J\,kg^{-1}K^{-1}$)

ಔಷ್ಣಿಕ ಸಾಮರ್ಥ್ಯ : ಒಂದು ವಸ್ತುವಿನ ಉಷ್ಣತೆಯನ್ನು ಒಂದು ಕೆಲ್ವಿನ್‌ನಷ್ಟು ಹೆಚ್ಚಿಸಲು ನೀಡಬೇಕಾದ ಶಾಖ.

ಕ್ಯಾಲೊರಿಮಾಪನ ತತ್ವ

ಬೇರೆ ಬೇರೆ ಉಷ್ಣತೆಯಲ್ಲಿರುವ ಎರಡು ವಸ್ತುಗಳನ್ನು ಸೇರಿಸಿದಾಗ ಅವೆರಡರ ನಡುವೆ ಶಾಖದ ವಿನಿಮಯ ನಡೆಯುತ್ತದೆ. ಎರಡೂ ವಸ್ತುಗಳು ಒಂದೇ ಉಷ್ಣತೆಯನ್ನು ತಲುಪುವವರೆಗೆ ಈ ಕ್ರಿಯೆ ನಡೆಯುತ್ತದೆ. ಇವರಲ್ಲಿ ಬಿಸಿಯಾದ ವಸ್ತು ಶಾಖವನ್ನು ಕಳೆದುಕೊಂಡರೆ, ತಂಪಾದ ವಸ್ತು ಶಾಖವನ್ನು ಪಡೆದುಕೊಳ್ಳುತ್ತದೆ. ಆದ್ದರಿಂದ

ಬಿಸಿವಸ್ತು ಕಳೆದುಕೊಂಡ ಶಾಖ = ತಂಪಾದ ವಸ್ತು ಗಳಿಸಿದ ಶಾಖ

ಗುಪ್ತೋಷ್ಣ

ಸಾಮಾನ್ಯವಾಗಿ ವಸ್ತುವಿಗೆ ಶಾಖವನ್ನು ಕೊಟ್ಟಾಗ ಅದರ ಉಷ್ಣತೆಯಲ್ಲಿ ಹೆಚ್ಚಳವಾಗುತ್ತದೆ. ವಸ್ತುವಿನ ಉಷ್ಣತೆಯಲ್ಲಾಗುವ ಹೆಚ್ಚಳವು, ಅದಕ್ಕೆ ಶಾಖವನ್ನು ಕೊಟ್ಟಿದ್ದಕ್ಕೊಂದು ಪುರಾವೆ. ಕೆಲವೊಂದು ವಸ್ತುವಿಗೆ ನಿರ್ದಿಷ್ಟ ಉಷ್ಣತೆಯಲ್ಲಿ ಶಾಖವನ್ನು ಕೊಡುತ್ತಿದ್ದರೂ ಅದರ ಉಷ್ಣತೆಯಲ್ಲಿ ಯಾವ ಹೆಚ್ಚಳವೂ ಕಂಡುಬರುವುದಿಲ್ಲ. ಉದಾಹರಣೆಗೆ ಶೂನ್ಯ ಡಿಗ್ರಿ ಉಷ್ಣತೆಯಲ್ಲಿರುವ ಹಿಮದ ತುಣುಕನ್ನು ಕಾಯಿಸಿದರೆ, ಉಷ್ಣತೆ ಹೆಚ್ಚುವುದಿಲ್ಲ. ಅದೇ ರೀತಿ 100° C ಉಷ್ಣತೆಯ ನೀರನ್ನು ಎಷ್ಟು ಹೊತ್ತಿನವರೆಗೆ ಕಾಯಿಸಿದರೂ ಉಷ್ಣತೆ ಹೆಚ್ಚುವುದಿಲ್ಲ. ಹಾಗಾದರೆ ಎರಡೂ ಸಂದರ್ಭಗಳಲ್ಲಿ ಕೊಟ್ಟ ಶಾಖ ಎಲ್ಲಿ ಹೋಯಿತು? ಮೇಲಿನ ಸಂದರ್ಭಗಳಲ್ಲಿ ಮೊದಲಿನದರಲ್ಲಿ ಹಿಮ ನೀರಾಗಿ, ಎರಡನೆಯದರಲ್ಲಿ ನೀರು ಆವಿಯಾಗಿ ಪರಿವರ್ತನೆಗೊಂಡಿರುತ್ತದೆ. ಅಂದರೆ ಈ ಶಾಖ ವಸ್ತುವಿನ ಸ್ಥಿತಿಯನ್ನು ಪರಿವರ್ತಿಸಲು ಉಪಯೋಗವಾಗಿರುತ್ತದೆ. ಈ ಶಾಖವನ್ನು ಉಷ್ಣತಾಮಾಪಕದಿಂದ ಅಳತೆಮಾಡಲು ಸಾಧ್ಯವಿಲ್ಲ. ಆದ್ದರಿಂದ ಇದನ್ನು ಗುಪ್ತೋಷ್ಣ ಎಂದು ಕರೆಯುವುದುಂಟು.

ಘನರೂಪದಲ್ಲಿರುವ ಒಂದು ಮಾನ ದ್ರವ್ಯರಾಶಿಯನ್ನು, ಉಷ್ಣತೆಯಲ್ಲಿ ವ್ಯತ್ಯಾಸವಿಲ್ಲದೆ, ದ್ರವರೂಪಕ್ಕೆ ಪರಿವರ್ತಿಸಲು ನೀಡಬೇಕಾದ ಶಾಖದ ಪರಿಮಾಣವು ಅದರ ದ್ರವ ಗುಪ್ತೋಷ್ಣವಾಗಿರುತ್ತದೆ.

ಅದೇ ರೀತಿ ದ್ರವರೂಪದಲ್ಲಿರುವ ಒಂದು ಮಾನ ದ್ರವ್ಯರಾಶಿಯನ್ನು ಉಷ್ಣತೆಯಲ್ಲಿ ವ್ಯತ್ಯಾಸವಿಲ್ಲದೆ, ಆವಿಯ ರೂಪಕ್ಕೆ ಪರಿವರ್ತಿಸಲು ನೀಡಬೇಕಾದ ಶಾಖದ ಪರಿಮಾಣವು ಅದರ ಆವಿಯ ಗುಪ್ತೋಷ್ಣವಾಗಿರುತ್ತದೆ.

ಹಿಮದ ಗುಪ್ತೋಷ್ಣ ಪ್ರತಿಕಿಲೋಗ್ರಾಂಗೆ 3.36×10^5 ಜೂಲ್‌ಗಳು. ಅಂದರೆ 273K ಉಷ್ಣತೆಯಲ್ಲಿ ಒಂದು ಕಿಲೋಗ್ರಾಂ ಹಿಮವನ್ನು ನೀರಾಗಿ ಪರಿವರ್ತಿಸಲು 3.36×10^5 ಜೂಲ್‌ಗಳಷ್ಟು ಶಾಖ ಬೇಕು.

ಅದೇ ರೀತಿ ನೀರಿನ ಆವಿಯ ಗುಪ್ತೋಷ್ಣವು ಪ್ರತಿಕಿಲೋಗ್ರಾಂಗೆ 2.268×10^6 ಜೂಲ್‌ಗಳು. ಅಂದರೆ 373 K ಉಷ್ಣತೆಯಲ್ಲಿ, ಒಂದು ಕಿಲೋಗ್ರಾಂ ನೀರನ್ನು ಸಂಪೂರ್ಣವಾಗಿ ಆವಿಯಾಗಿಸಲು 2.268×10^6 ಜೂಲ್‌ಗಳಷ್ಟು ಶಾಖ ನೀಡಬೇಕಾಗುತ್ತದೆ.

ಅನಿಲಗಳ ವಿಶಿಷ್ಟ ಉಷ್ಣ

ಅನಿಲಗಳ ಉಷ್ಣತೆಯಲ್ಲಿ ವ್ಯತ್ಯಾಸವಾದರೆ, ಅವುಗಳ ಗಾತ್ರ ಮತ್ತು ಒತ್ತಡಗಳೆರಡೂ ಗಮನಾರ್ಹ ಪ್ರಮಾಣದಲ್ಲಿ ಬದಲಾಗುತ್ತವೆ. ಆದ್ದರಿಂದ ಅವುಗಳ ವಿಶಿಷ್ಟ ಉಷ್ಣವನ್ನು ಪರಿಗಣಿಸುವಾಗ, ಗಾತ್ರವನ್ನು ಸ್ಥಿರವಾಗಿಟ್ಟು ಶಾಖಕೊಡಲಾಗುತ್ತದೆಯೇ ಅಥವಾ ಒತ್ತಡವನ್ನು ಸ್ಥಿರವಾಗಿಟ್ಟು ಶಾಖ ಕೊಡಲಾಗುತ್ತದೆಯೇ ಎಂಬುದನ್ನು ಸ್ಪಷ್ಟವಾಗಿ ಉಲ್ಲೇಖಿಸಬೇಕು. ಆದ್ದರಿಂದ ಅನಿಲಕ್ಕೆ ಸಂಬಂಧಿಸಿದಂತೆ ಎರಡು ವಿಶಿಷ್ಟ ಉಷ್ಣಗಳಿರುತ್ತವೆ. ಒಂದು ಸ್ಥಿರಗಾತ್ರದಲ್ಲಿ ವಿಶಿಷ್ಟ ಉಷ್ಣ C_V ಇನ್ನೊಂದು ಸ್ಥಿರ ಒತ್ತಡದಲ್ಲಿ ವಿಶಿಷ್ಟ ಉಷ್ಣ C_P. ಇವನ್ನು ಅನಿಲದ ಪ್ರಧಾನ ವಿಶಿಷ್ಟ ಉಷ್ಣಗಳೆಂದೂ ಕರೆಯುತ್ತಾರೆ.

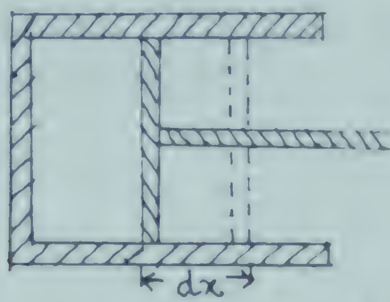
ಒಂದು ಕಿಲೋಗ್ರಾಂ ದ್ರವ್ಯರಾಶಿಯ ಅನಿಲದ ಗಾತ್ರವನ್ನು ಸ್ಥಿರವಾಗಿಟ್ಟು, ಅದರ ಉಷ್ಣತೆಯನ್ನು ಒಂದು ಕೆಲ್ವಿನ್ ಹೆಚ್ಚಿಸಲು ನೀಡಬೇಕಾದ ಶಾಖದ ಪರಿಮಾಣವು ಸ್ಥಿರಗಾತ್ರದಲ್ಲಿ ಆ ಅನಿಲದ ವಿಶಿಷ್ಟ ಉಷ್ಣವಾಗಿರುತ್ತದೆ. (C_V)

ಒಂದು ಕಿಲೋಗ್ರಾಂ ದ್ರವ್ಯರಾಶಿಯ ಅನಿಲದ ಒತ್ತಡವನ್ನು ಸ್ಥಿರವಾಗಿಟ್ಟು ಅದರ ಉಷ್ಣತೆಯನ್ನು ಒಂದು ಕೆಲ್ವಿನ್ ಹೆಚ್ಚಿಸಲು ನೀಡಬೇಕಾದ ಶಾಖದ ಪರಿಮಾಣವು ಸ್ಥಿರ ಒತ್ತಡದಲ್ಲಿ ಆ ಅನಿಲದ ವಿಶಿಷ್ಟ ಉಷ್ಣವಾಗಿರುತ್ತದೆ. (C_P)

ಸ್ಥಿರಗಾತ್ರದಲ್ಲಿ ವಿಶಿಷ್ಟ ಉಷ್ಣತೆಯನ್ನು ಪರಿಗಣಿಸಿದಾಗ, ಅನಿಲಕ್ಕೆ ಒದಗಿಸಿದ ಎಲ್ಲ ಶಾಖವೂ ಅದರ ಆಂತರಿಕ ಶಕ್ತಿ ಅಂದರೆ ಚಲನಶಕ್ತಿಯನ್ನು ಹೆಚ್ಚಿಸಲು ಬಳಕೆಯಾಗಿರುತ್ತದೆ. ಆದರೆ ಸ್ಥಿರಒತ್ತಡದಲ್ಲಿ ಅನಿಲಕ್ಕೆ ಒದಗಿಸಲಾದ ಶಾಖದಲ್ಲಿ ಸ್ವಲ್ಪಭಾಗ ಅನಿಲದ ಆಂತರಿಕ ಶಕ್ತಿಯನ್ನು ಹೆಚ್ಚಿಸಲು ವ್ಯಯವಾದರೆ, ಇನ್ನುಳಿದ ಭಾಗ ಅದರ ವಿಕಾಸದಿಂದಾಗಿ ಹೆಚ್ಚಿದ ಒತ್ತಡವನ್ನು ಸಮತೋಲನಗೊಳಿಸಲು ವ್ಯಯವಾಗುತ್ತದೆ. ಆದ್ದರಿಂದ C_P ಯು C_V ಗಿಂತ ಯಾವಾಗಲೂ ಅಧಿಕವಾಗಿರುತ್ತದೆಂದು ತೀರ್ಮಾನಿಸಬಹುದಾಗಿದೆ.

C_p ಮತ್ತು C_v ಗಳ ನಡುವಣ ಸಂಬಂಧ

ಸಂಪೂರ್ಣ ವಾಹಕ ಗುಣವುಳ್ಳ ಸಿಲಿಂಡರಿನಲ್ಲಿ ಗಾಳಿತೂರದ ಹಾಗೂ ಘರ್ಷಣರಹಿತ ಪಿಸ್ಟನ್ನಿನ ಸಹಾಯದಿಂದ ಒಂದು ಮೋಲ್ ಅನಿಲವನ್ನು ಬಂಧಿಸಲಾಗಿದೆ.



ಚಿತ್ರ 5.3.1

P ಒತ್ತಡವಿದ್ದು ಪಿಸ್ಟನ್ನಿನ ವಿಸ್ತೀರ್ಣ A ಇದ್ದರೆ, ಪಿಸ್ಟನ್ನು ಅನಿಲದ ಮೇಲೆ ಪ್ರಯೋಗಿಸುವ ಒಟ್ಟು ಒತ್ತಡ P x A ಇರುತ್ತದೆ. ಪಿಸ್ಟನ್ನನ್ನು ಸ್ಥಿರವಾಗಿಟ್ಟು, ಅನಿಲದ ಉಷ್ಣತೆ T ದಿಂದ T + dT ಆಗುವವರೆಗೆ ಕಾಯಿಸಿದೆ. ಗಾತ್ರ ಸ್ಥಿರವಾಗಿರುವುದರಿಂದ, ಅನಿಲಕ್ಕೆ ಒದಗಿಸಲಾದ ಶಾಖವು Cv (dT) ಇರುತ್ತದೆ. ಅನಿಲದ ಆಂತರಿಕ ಶಕ್ತಿಯನ್ನು ಹೆಚ್ಚಿಸಲು ಶಾಖದ ಬಳಕೆಯಾಗಿರುತ್ತದೆ. ಒತ್ತಡಕ್ಕೆದುರಾಗಿ ಅನಿಲವನ್ನು ವಿಕಾಸಗೊಳ್ಳಲು ಬಿಟ್ಟರೆ, ಮೊದಲಿನಷ್ಟೇ ಉಷ್ಣತೆಯನ್ನು ಹೆಚ್ಚಿಸಲು ಅಂದರೆ T ದಿಂದ T + dT ಯವರೆಗೇರಿಸಲು, ಮೊದಲಿಗಿಂತಲೂ ಹೆಚ್ಚು ಶಾಖ ಕೊಡಬೇಕಾಗುತ್ತದೆ.

ಅನಿಲದ ವಿಕಸನದ ಕಾರಣದಿಂದ ಪಿಸ್ಟನ್ನು dx ದೂರ ಚಲಿಸಿದರೆ,

ನಡೆದ ಕೆಲಸ = (PA) (dx) = PdV

(ಏಕೆಂದರೆ Adx = dV, ಇದು ಗಾತ್ರದಲ್ಲಾದ ಹೆಚ್ಚಳ)

ಸ್ಥಿರ ಒತ್ತಡದಲ್ಲಿ	=	ಸ್ಥಿರ ಗಾತ್ರದಲ್ಲಿ	+	ಕೆಲಸ ಮಾಡಲು
ಒದಗಿಸಿದ ಒಟ್ಟು ಶಾಖ		ಒದಗಿಸಿದ ಒಟ್ಟು ಶಾಖ		ಒದಗಿಸಿದ ಒಟ್ಟು ಶಾಖ

$C_p\, dT = Cv\, dT + PdV$ -------(5.3.2)

ಅನಿಲ ಸಮೀಕರಣ PV = RT ದಿಂದ

$P(V+dV) = R(T+dT)$

$\therefore PdV = RdT$ ಈ ಮೌಲ್ಯವನ್ನು (5.3.2) ಸಮೀಕರಣದಲ್ಲಿ ಆದೇಶಿಸಿದರೆ,

$Cp\, dT - Cv\, dT = RdT$

ಅಥವಾ $Cp - Cv = R$ -------(5.3.3)

ಸ್ವಾತಂತ್ರಾಂಶಗಳು

ಮುಕ್ತವಾಗಿ ಭೂಮಿಯೆಡೆಗೆ ಬೀಳುತ್ತಿರುವ ವಸ್ತುವು ಒಂದೇ ದಿಕ್ಕಿನಲ್ಲಿ ಚಲಿಸಬಲ್ಲದು. ಒಂದು ಪ್ರಕ್ಷೇಪಕದ ಚಲನೆಯನ್ನು ಪರಿಗಣಿಸಿದರೆ, ಯಾವುದೇ ಕ್ಷಣದಲ್ಲಿ

ಆದರ ಸ್ಥಿತಿಯನ್ನು ಎರಡು ನಿರ್ದೇಶಾಂಕಗಳಿಂದ ಸೂಚಿಸಲು ಸಾಧ್ಯವಿರುತ್ತದೆ. ಹಾರುವ ವಿಮಾನದ ಚಲನೆಯನ್ನು ಪರಿಗಣಿಸಿದರೆ, ಅದು ಹಿಂದೆ–ಮುಂದೆ, ಮೇಲೆ–ಕೆಳಗೆ, ಅಕ್ಕ–ಪಕ್ಕ ಹೀಗೆ ಯಾವ ದಿಕ್ಕಿನಲ್ಲಿ ಬೇಕಾದರೂ ಚಲಿಸಬಲ್ಲುದು. ಈ ಮೂರು ಉದಾಹರಣೆಗಳಲ್ಲಿ, ಭೂಮಿಗೆ ನೇರವಾಗಿ ಬೀಳುವ ವಸ್ತುವಿಗೆ ಒಂದು ದಿಕ್ಕಿನಲ್ಲಿ ಮಾತ್ರ ಚಲಿಸುವ ಸ್ವಾತಂತ್ರ್ಯವುಂಟು. ಇದನ್ನೇ ವೈಜ್ಞಾನಿಕ ಪರಿಭಾಷೆಯಲ್ಲಿ ಸ್ವಾತಂತ್ರಾಂಶವೆಂದು ಹೇಳುವುದುಂಟು. ಆದ್ದರಿಂದ ಪ್ರಕ್ಷೇಪಕಕ್ಕೆ ಎರಡು ಮತ್ತು ವಿಮಾನಕ್ಕೆ ಮೂರು ಸ್ವಾತಂತ್ರಾಂಶಗಳಿವೆಯೆಂದು ಹೇಳಬಹುದಾಗಿದೆ. ಈಗ ಪರಿಗಣಿಸಿದ್ದು ಸರಳಾ ರೇಖಾಚಲನೆ. ಭ್ರಮಣಚಲನೆ ಮತ್ತು ಆವರ್ತ ಚಲನೆಗಳಿಗೆ ಸಂಬಂಧಪಟ್ಟಂತೆ ಸಹ ಸ್ವಾತಂತ್ರಾಂಶಗಳನ್ನು ವ್ಯಾಖ್ಯಾನಿಸಬಹುದು.

ಶಕ್ತಿಯ ಸಮವಿಭಜನೆ

ಅಣುವಿನ ಚಲನೆಯು ಮೂರು ಪ್ರಮುಖ ದಿಕ್ಕುಗಳಿಗೆ ಸಂಬಂಧಪಟ್ಟಿರುವುದರಿಂದ ಅದಕ್ಕೆ ಮೂರು 'ಸ್ವತಂತ್ರತೆಯ ಅಂಶ'ಗಳಿವೆಯೆಂದು ಹೇಳಬಹುದು.

$$\text{ಚಲನಶಕ್ತಿ} = \frac{3}{2} KT$$

ಆದುದರಿಂದ ಪ್ರತಿ ಸ್ವತಂತ್ರತೆಯ ಅಂಶಕ್ಕೂ ½ KT ಶಕ್ತಿಯು ಸಮವಾಗಿ ವಿಭಜನೆಯಾಗಿರುತ್ತದೆ.

T, ಅನಿಲ ವ್ಯವಸ್ಥೆಯ ನಿರಪೇಕ್ಷ ಉಷ್ಣತೆಯಾಗಿದ್ದು, K ಬೋಲ್ಟ್ಸ್‌ಮಾನ್ ಸ್ಥಿರಾಂಕ ವಾಗಿರುತ್ತದೆ.

ಒಂದೇ ಪರಮಾಣುವುಳ್ಳ ಅಣುವಿಗೆ ಮೂರು ಸ್ವಾತಂತ್ರಾಂಶಗಳಿರುವುದರಿಂದ ಅದರ ಚಲನ ಶಕ್ತಿಯು 3/2 KT ಆಗುತ್ತದೆ. ಎರಡು ಪರಮಾಣುಗಳುಳ್ಳ ಅಣುವಿಗೆ ಐದು ಸ್ವಾತಂತ್ರಾಂಶಗಳಿರುತ್ತದೆ. ಭ್ರಮಣಕ್ಕೆ ಎರಡು ಮತ್ತು ರೇಖಾಚಲನಕ್ಕೆ ಮೂರು ಸ್ವಾತಂತ್ರಾಂಶಗಳು; ಒಟ್ಟು ಐದು ಸ್ವಾತಂತ್ರಾಂಶಗಳಾಗುತ್ತವೆ. ಪ್ರತಿಯೊಂದಕ್ಕೂ ½ KT ಆದರೆ ಒಟ್ಟು 5/2 KT ಆಗುತ್ತದೆ.

ವಿಶಿಷ್ಟ ಉಷ್ಣಗಳ ಪ್ರಮಾಣ

ವಿಶಿಷ್ಟ ಉಷ್ಣಗಳ ಪ್ರಮಾಣ (C_p / C_v) ವನ್ನು γ ಸಂಕೇತದಿಂದ ಸೂಚಿಸಲಾಗುತ್ತದೆ. ಹೀಲಿಯಂ ಮತ್ತು ಆರ್ಗಾನ್‌ಗಳಂತಹ ಏಕಪರಮಾಣು ಅನಿಲಗಳಿಗೆ γ ದ ಮೌಲ್ಯವು 1.67 ಇರುತ್ತದೆ. ಆಕ್ಸಿಜನ್, ಹೈಡ್ರೋಜನ್, ಕಾರ್ಬನ್ ಮೊನಾಕ್ಸೈಡ್‌ಗಳಂತಹ ದ್ವಿಪರಮಾಣು ಅನಿಲಗಳಿಗೆ ಸಂಬಂಧಿಸಿದಂತೆ ಅದರ ಮೌಲ್ಯ 1.4 ಇರುತ್ತದೆ. ಇತರೆ ಅನಿಲಗಳಿಗೆ γ ದ ಮೌಲ್ಯವು 1.4 ದಿಂದ 1.67 ದ ನಡುವಿರುತ್ತದೆ. γ ದ ಮೌಲ್ಯವು ಅನಿಲಗಳ ಪರಮಾಣು ಸಂಖ್ಯೆಯನ್ನು ಅವಲಂಬಿಸಿರುತ್ತದೆ. ಪರಮಾಣು

ಸಂಖ್ಯೆ ಹೆಚ್ಚಿದಂತೆ ಅದು ಕಡಿಮೆಯಾಗುತ್ತದೆ; ಮತ್ತು ಯಾವಾಗಲೂ 1 ಕ್ಕಿಂತ ಹೆಚ್ಚಾಗಿರುತ್ತದೆ. ಆದ್ದರಿಂದ γ ಅನಿಲದ ಪರಮಾಣು ಸಂಖ್ಯೆಯನ್ನು ನಿರ್ಧರಿಸಲು ಸಹಾಯಮಾಡುತ್ತದೆ. ಈ ಮೂಲಕ ಪರಮಾಣು ಘಟಕಗಳ ಬಗ್ಗೆ ವಿವರಗಳನ್ನು ದೊರಕಿಸಲು ಸಾಧ್ಯವಾಗುತ್ತದೆ.

ಉದಾಹರಣೆಗಳು

1. ಹೈಡ್ರೋಜನ್ ಅನಿಲದ ವಿಶಿಷ್ಟ ಉಷ್ಣವು ಸ್ಥಿರಗಾತ್ರದಲ್ಲಿ 2.85×10^4 J/K ಮೋಲ್–ಡಿಗ್ರಿ. ಅದು ಪರಿಪೂರ್ಣ ಅನಿಲದಂತೆ ವರ್ತಿಸುತ್ತದೆಂದು ಭಾವಿಸಿ ಸ್ಥಿರಒತ್ತಡದಲ್ಲಿ ಅದರ ವಿಶಿಷ್ಟ ಉಷ್ಣವನ್ನು ಕಂಡು ಹಿಡಿಯಿರಿ.

$Cp - Cv = R$; $Cv = 2.85 \times 10^4$ J/K ಮೋಲ್‌ಡಿಗ್ರಿ

$R = 8.3 \times 10^3$ J/K ಮೋಲ್‌ಡಿಗ್ರಿ

$Cp = Cv + R = (2.85 + 8.3) \times 10^3$

$= 36.8 \times 10^3$ J/K ಮೋಲ್‌ಡಿಗ್ರಿ

ಆದ್ದರಿಂದ ಸ್ಥಿರಒತ್ತಡದಲ್ಲಿ ಹೈಡ್ರೋಜನ್ ಅನಿಲದ ವಿಶಿಷ್ಟ ಉಷ್ಣವು 3.68×10^4 J/K ಮೋಲ್‌ಡಿಗ್ರಿ ಇರುತ್ತದೆ.

2. ಸ್ಥಿರಒತ್ತಡದಲ್ಲಿ ಹವೆಯ ವಿಶಿಷ್ಟಉಷ್ಣವು 963.7 J/K ಮೋಲ್‌ಡಿಗ್ರಿ ಇರುತ್ತದೆ. ಅದರ ಉಷ್ಣತೆ 27^0C ಮತ್ತು ಒತ್ತಡ 1.18 kg / m^3. ಹಾಗಾದರೆ ಸ್ಥಿರಗಾತ್ರದಲ್ಲಿ ಅದರ ವಿಶಿಷ್ಟಉಷ್ಣವೆಷ್ಟು?

ಹವೆಯ ಸಾಂದ್ರತೆ 1.18 kg / m^3

$\therefore$ ಪ್ರತಿಕಿಲೋಗ್ರಾಂಗೆ ಹವೆಯ ಗಾತ್ರ $\frac{1}{1.18}$ m^3

ಹವೆಯ ಒತ್ತಡ = $h \varrho g = 0.76 \times 13600 \times 9.8$ N/m^3

ಹವೆಯ ಉಷ್ಣತೆ $= 273 + 27 = 300$K

$$R = \frac{PV}{T} = \frac{0.76 \times 13600 \times 9.8}{1.18 \times 300} = 286.6 \text{J/K}$$ ಮೋಲ್–ಡಿಗ್ರಿ

ಸ್ಥಿರ ಒತ್ತಡದಲ್ಲಿ ವಿಶಿಷ್ಟ ಉಷ್ಣ = 963.7

ಆದ್ದರಿಂದ $C_V - C_P R$ ಸೂತ್ರವನ್ನುಪಯೋಗಿಸಿ,

ಸ್ಥಿರಗಾತ್ರದಲ್ಲಿ ವಿಶಿಷ್ಟ ಉಷ್ಣ,

$C_V = C_P - R = 963.7 - 286.1$

$= 677.6$ J/K ಮೋಲ್–ಡಿಗ್ರಿ

ಅಭ್ಯಾಸ

1. ಕ್ಯಾಲೊರಿ ಮಾಪನ ವಿಧಾನದಲ್ಲಿ ಮುಖ್ಯವಾದವುಗಳನ್ನು ಹೆಸರಿಸಿ.

2. ಶಾಖದ ಮಾನಗಳ ಬಗ್ಗೆ ಟಿಪ್ಪಣಿ ಬರೆಯಿರಿ.

3. ವಿಶಿಷ್ಟ ಉಷ್ಣವೆಂದರೇನು? ವಿವರಿಸಿ.

4. ಕ್ಯಾಲೊರಿಮಾಪನ ತತ್ವವನ್ನು ತಿಳಿಸಿ.

5. ಗುಪ್ತೋಷ್ಣವನ್ನು ವಿವರಿಸಿ.

6. ಅನಿಲಗಳ ವಿಶಿಷ್ಟ ಉಷ್ಣವೆಂದರೇನು? ವಿವರಿಸಿ.

7. Cp ಮತ್ತು Cv ಗಳ ನಡುವಣ ಸಂಬಂಧ ಸೂಚಕ ಸಮೀಕರಣವನ್ನು ನಿಷ್ಪತ್ತಿಸಿ.

8. ಸ್ವಾತಂತ್ರಾಂಶಗಳ ವಿಷಯವಾಗಿ ಟಿಪ್ಪಣಿ ಬರೆಯಿರಿ.

ಲೆಕ್ಕಗಳು

1. NTP ಯಲ್ಲಿ 1 ಕಿಲೋಗ್ರಾಂ ತೂಕದ ಹೈಡ್ರೋಜನ್ ಅನಿಲದ ಗಾತ್ರ $11.2 m^3$ ಇದ್ದರೆ ಅದರ ಪ್ರಧಾನ ವಿಶಿಷ್ಟ ಉಷ್ಣವನ್ನು ಲೆಕ್ಕಮಾಡಿರಿ.

(8.3×10^3 J/K ಮೋಲ್ K)

2. $Cp = 1.433 \times 10^4$ J/kg – K, $R = 8.32 \times 10^3$ J/k ಮೋಲ್–ಡಿಗ್ರಿ ಇದ್ದರೆ, ಹೈಡ್ರೋಜನ್ ಅನಿಲದ Cv ಮತ್ತು ವಿಶಿಷ್ಟ ಉಷ್ಣಗಳ ಪ್ರಮಾಣವನ್ನು ಕಂಡುಹಿಡಿಯಿರಿ.

(1.017×10^4 J/kg K ; 1.41)

3. Cp = 9647 J/kg/K ಮತ್ತು ಹವೆಯ ಸಾಂದ್ರತೆ $1.296 kg/m^3$ ಇದ್ದರೆ, ಸ್ಥಿರಗಾತ್ರದಲ್ಲಿ ಅದರ ವಿಶಿಷ್ಟ ಉಷ್ಣವನ್ನು ಕಂಡುಹಿಡಿಯಿರಿ.

(678 J/K ಮೋಲ್–ಡಿಗ್ರಿ)

4. ನೈಟ್ರೋಜನ್ ಅನಿಲದ ಸಾಂದ್ರತೆ NTP ಯಲ್ಲಿ $1.234 kg/m^3$ ಮತ್ತು ಸ್ಥಿರ ಒತ್ತಡದಲ್ಲಿ ಅದರ ವಿಶಿಷ್ಟ ಉಷ್ಣ 984.6 J/kg/K ಇದ್ದರೆ, ಎರಡೂ ವಿಶಿಷ್ಟ ಉಷ್ಣಗಳ ಪ್ರಮಾಣವನ್ನು ಕಂಡುಹಿಡಿಯಿರಿ. (1.428)

5.4 ಉಷ್ಣವಹನ

ಶಾಖವು ಒಂದು ಕಡೆಯಿಂದ ಮತ್ತೊಂದು ಕಡೆಗೆ ಮೂರು ರೀತಿಯಲ್ಲಿ ಹರಡಬಹುದು. ಇದಕ್ಕೆ **ಉಷ್ಣವಹನ (conduction), ಉಷ್ಣನಯನ (convection)** ಮತ್ತು **ರಶ್ಮಿಪ್ರಸಾರ (Radiation)** ಗಳೆಂದು ಹೆಸರು. ಘನವಸ್ತುವಿನಲ್ಲಿ ಶಾಖವು ಉಷ್ಣವಹನದಿಂದ ಹರಡುತ್ತದೆ. ಇಲ್ಲಿ ಕಣಗಳ ಚಲನೆಯಿಲ್ಲದೆಯೆ ಶಾಖವು ಕಣದಿಂದ ಕಣಕ್ಕೆ ಹರಡುತ್ತದೆ. ಲೋಹದಲ್ಲಿ ಶಾಖವು ಸುಲಭವಾಗಿ ಹರಿಯುತ್ತದೆ. ಅಂದರೆ ಲೋಹಗಳು ಒಳ್ಳೆಯ ಉಷ್ಣವಾಹಕಗಳು. ಗಾಜು, ಪ್ಲೋರ್ಸಿಲಿನ್ ಮುಂತಾದವು ಶಾಖವನ್ನು ಸುಲಭವಾಗಿ ಹರಿಸಲಾರವು. ಹೀಗಾಗಿ ಅವು ಅವಾಹಕಗಳು (Insulators). ಪಾತ್ರೆಯಲ್ಲಿ ನೀರು ಕಾಯಿಸಿದಾಗ ಬಿಸಿಯಾದ ನೀರು ಮೇಲಕ್ಕೆ ಹೋಗಿ ಅಲ್ಲಿದ್ದ ನೀರು ಕೆಳಗೆ ಹರಿದು ಆ ನೀರೂ ಬಿಸಿಯಾಗುತ್ತದೆ. ಹೀಗೆ ವಸ್ತುವಿನ ಕಣಗಳೇ ಒಂದು ಕಡೆಯಿಂದ ಮತ್ತೊಂದು ಕಡೆಗೆ ಶಾಖವನ್ನು ಸಾಗಿಸುವುದಕ್ಕೆ ಉಷ್ಣನಯನವೆಂದು ಹೆಸರು. ಈ ವಿಧಾನದಿಂದ ಉಷ್ಣವಹನವಾಗುವುದರ ಜೊತೆಗೆ ವಾತಾವರಣದಲ್ಲಿ ಮಾರುತಗಳ ಸೃಷ್ಟಿ ಮತ್ತು ಚಲನೆಗೂ ಕಾರಣವಾಗಿದೆ. ದಹನಕ್ರಿಯೆಗೆ ಅಗತ್ಯವಾದ ಆಮ್ಲಜನಕವನ್ನು ಒದಗಿಸುವುದು, ನಂತರ ದಹನದಿಂದ ಉದ್ಭವಿಸುವ ಅನಿಲಗಳನ್ನು ದೂರಕ್ಕೆ ಹರಡುವ ಬಹುಮುಖ್ಯಕ್ರಿಯೆಗೆ ಉಷ್ಣನಯನವೇ ಕಾರಣ.

ಭಾರರಹಿತ ಸ್ಥಿತಿಯಲ್ಲಿ ಉಷ್ಣನಯನವಾಗುವುದಿಲ್ಲ ; ದಹನ (combustion) ಅಸಾಧ್ಯ.

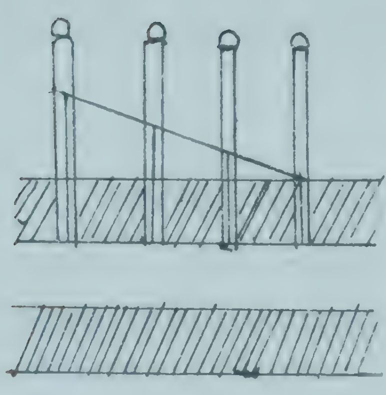
ಯಾವ ಮಧ್ಯವರ್ತಿಯ ಆವಶ್ಯಕತೆಯೂ ಇಲ್ಲದೆ ಆಗುವ ಉಷ್ಣವಹನಕ್ಕೆ ರಶ್ಮಿಪ್ರಸಾರ ಎಂದು ಹೆಸರು. ರಶ್ಮಿಪ್ರಸಾರವು ಶೂನ್ಯಾಕಾಶದಲ್ಲಿ ಬೆಳಕಿನ ವೇಗದಲ್ಲಿ ಪ್ರಸಾರವಾಗುತ್ತದೆ.

ಸಮಸ್ಥಿತಿ – ಕಬ್ಬಿಣದ ಕಂಬಿಯ ಒಂದು ತುದಿಯನ್ನು ಬೆಂಕಿಯಲ್ಲಿಟ್ಟು ಅದರ ಮತ್ತೊಂದು ತುದಿಯನ್ನು ಕೈಯಲ್ಲಿ ಹಿಡಿದರೆ ಆ ತುದಿಯು ಕ್ರಮೇಣ ಬಿಸಿಯಾಗುತ್ತದೆ. ಇಲ್ಲಿ ಬೆಂಕಿಯಿಂದ ಪಡೆದ ಉಷ್ಣವು ಕಂಬಿಯ ಒಂದು ಕೊನೆಯಿಂದ ಮತ್ತೊಂದು ಕೊನೆಗೆ ಪ್ರಸರಿಸುತ್ತದೆ. ಕಾದ ತುದಿಯಿಂದ ದೂರ ಸರಿದಂತೆಲ್ಲ ಕಂಬಿಯ ಉಷ್ಣತೆಯು ಕಡಿಮೆಯಾಗುತ್ತಾ ಹೋಗುತ್ತದೆ. ಕಂಬಿಗೆ ಒದಗಿಸಿದ ಶಾಖವು ಮೂರು ವಿಧದಲ್ಲಿ ಬಳಕೆಯಾಗುತ್ತದೆ. (i) ಕಂಬಿಯನ್ನು ಕಾಯಿಸಲು ಸ್ವಲ್ಪ ಭಾಗ (ii) ಸ್ವಲ್ಪ ಭಾಗವು ಉಷ್ಣವಹನಕ್ಕಾಗಿ ಮತ್ತು (iii) ಸ್ವಲ್ಪ ಭಾಗವು ಕಂಬಿಯ ಮೇಲ್ಮೈನಿಂದ ರಶ್ಮಿಪ್ರಸಾರವಾಗುತ್ತದೆ. ಕೆಲಸಮಯದ ನಂತರ ಕಂಬಿಯ ಉಷ್ಣತೆಯಲ್ಲಿ ಯಾವ ಬದಲಾವಣೆಯೂ ಆಗುವುದಿಲ್ಲ. ಈ ಸ್ಥಿತಿಯಲ್ಲಿ ಒದಗಿಸಿದ ಉಷ್ಣವು ವಸ್ತುವನ್ನು ಕಾಯಿಸದೆ ಉಷ್ಣವಹನ ಮತ್ತು ರಶ್ಮಿಪ್ರಸಾರ ಕ್ರಿಯೆಯಿಂದ ಹರಿಯುತ್ತದೆ. ವಸ್ತುವಿನ ಇಂತಹ ಸ್ಥಿತಿಯನ್ನು ಸಮಸ್ಥಿತಿ (steady state) ಎಂದು ಕರೆಯಲಾಗುತ್ತದೆ. ಈ ಸ್ಥಿತಿಯಲ್ಲಿ ವಸ್ತುವಿನಲ್ಲಿನ ಯಾವುದೇ ಬಿಂದುವಿನಲ್ಲಿನ ಉಷ್ಣತೆ ಸ್ಥಿರವಾಗಿದ್ದು ಕಾಲಸರಿದಂತೆ ಬದಲಾವಣೆಯಾಗುವುದಿಲ್ಲ.

ಉಷ್ಣತಾ ಪ್ರವಣತೆ – ಒಂದು ಉದ್ದನೆಯ ಲೋಹದ ವರ್ತುಲಕಾಂಡವನ್ನು ತೆಗೆದುಕೊಂಡು ಅದರ ಒಂದು ಕೊನೆಯನ್ನು ಮೇಣದಬತ್ತಿಯ ಜ್ವಾಲೆಯಲ್ಲಿಟ್ಟು ಮತ್ತೊಂದು ತುದಿಯನ್ನು ಮಂಜುಗಡ್ಡೆಯಲ್ಲಿಟ್ಟಿದೆ. ಚಿತ್ರ 5.4.1 ರಲ್ಲಿ ವರ್ತುಲದ ಅಕ್ಷಕ್ಕೆ ಲಂಬವಾಗಿ ಕೆಲವು ರಂಧ್ರಗಳನ್ನು ಕೊರೆದು ಅವುಗಳಲ್ಲಿ ಉಷ್ಣತಾಮಾಪಕಗಳನ್ನು ಇಟ್ಟಿದೆ. ಉಷ್ಣತೆಯಲ್ಲಾಗುವ ಬದಲಾವಣೆಗಳನ್ನು ಈ ವ್ಯವಸ್ಥೆಯಿಂದ ಅಳತೆಮಾಡಬಹುದು. ಉಷ್ಣವಹನದಿಂದಾಗಿ ಮಂಜುಗಡ್ಡೆ ಕರಗುತ್ತದೆ. ಕೆಲವು ಕಾಲಾನಂತರ ಎಲ್ಲ ಉಷ್ಣತಾಮಾಪಕಗಳೂ ನಿಯತವಾದ ಉಷ್ಣತೆಯನ್ನು ತೋರಿಸುತ್ತವೆ. ಆಗ ವರ್ತುಲಕಾಂಡವು ಸಮಸ್ಥಿತಿಯನ್ನು ಪಡೆದಿದೆ ಎಂದು ಅರ್ಥ. A ತುದಿಯಿಂದ B ತುದಿಗೆ ಹೋದಂತೆಲ್ಲ ಕ್ರಮೇಣ ಉಷ್ಣತೆಯ ವ್ಯತ್ಯಾಸಕ್ಕೂ ಮತ್ತು ಅವುಗಳ ನಡುವಿನ ದೂರಕ್ಕೂ ಇರುವ ಪ್ರಮಾಣಕ್ಕೆ (Ratio) **ಉಷ್ಣತಾಪ್ರವಣತೆ (temparature gradient)** ಎಂದು ಹೆಸರು. ಅದೇ ಕಾಂಡವನ್ನು ಚಿತ್ರ 5.4.2 ರಲ್ಲಿ ತೋರಿಸಿರುವಂತೆ ಒಂದು ಅವಾಹಕ ವಸ್ತುವಿನಿಂದ ಸುತ್ತಿದರೆ ಉಷ್ಣತಾ ಪ್ರವಣತೆಯ ಏಕಪ್ರಕಾರ (uniform) ವಾಗುತ್ತದೆ. ಆಗ ಕಾಂಡದ ಪ್ರತಿಯೊಂದು ಖಂಡವಿಸ್ತಾರ (cross section) ದ ಮೂಲಕ ಪ್ರತಿ ಸೆಕೆಂಡಿನಲ್ಲಿ ಪ್ರವಹಿಸುವ ಉಷ್ಣದ ಪ್ರಮಾಣವೂ ಒಂದೇ ಆಗಿರುತ್ತದೆ.



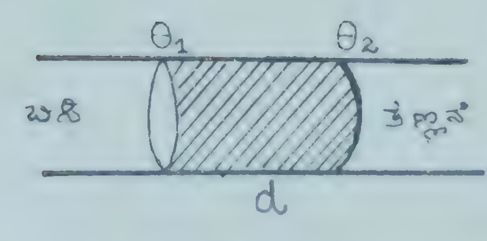
ಚಿತ್ರ 5.4.1



ಚಿತ್ರ 5.4.2

ಉಷ್ಣವಾಹಕತ್ವ

ಘನವಸ್ತುವಿನ ಒಂದು ತುದಿಯನ್ನು ಅಧಿಕ ಉಷ್ಣತೆಯಲ್ಲಿಟ್ಟು ಮತ್ತೊಂದನ್ನು ಕಡಿಮೆ ಉಷ್ಣತೆಯಲ್ಲಿಟ್ಟರೆ ಶಾಖವು ಬಿಸಿ ಭಾಗದಿಂದ ತಣ್ಣನೆಯ ಭಾಗಕ್ಕೆ ಹರಿಯುತ್ತದೆ. (ಚಿತ್ರ 5.4.3) d ಅಂತರವಿರುವ ಎರಡು ಕಡೆಗಳಲ್ಲಿ ಉಷ್ಣತೆಯು θ_1 ಮತ್ತು θ_2 ಆಗಿದ್ದರೆ, ಉಷ್ಣತಾಪ್ರವಣತೆಯು $(\theta_1 - \theta_2)/d$ ಆಗಿರುತ್ತವೆ. ಇದರ ಮೂಲಕ ಹರಿಯುವ ಶಾಖ Q ಆದಲ್ಲಿ ಅದು ಖಂಡವಿಸ್ತಾರ (A), ಉಷ್ಣತಾ ಪ್ರವಣತೆ $(\theta_1 - \theta_2)/d$ ಮತ್ತು ಕಾಲ (t) ಗೆ ಸರಳಾನುಪಾತವಾಗಿರುತ್ತದೆ.



ಚಿತ್ರ 5.4.3

$$Q \alpha A(\theta_1 - \theta_2)/d \quad \text{ಅಥವಾ} \quad Q = KA\frac{(\theta_1 - \theta_2)}{d}t$$

K ಎಂಬುದು ನಿಯತಾಂಕ. ಇದಕ್ಕೆ **ಉಷ್ಣವಾಹಕತ್ವ** (coefficient of thermal conductivity) ವೆಂದು ಹೆಸರು.

ಒಂದು ಸೆಕೆಂಡಿಗೆ ಏಕಮಾನ ಉಷ್ಣತಾ ಪ್ರವಣತೆಯಲ್ಲಿ ಏಕಮಾನ ಖಂಡವಿಸ್ತಾರದ ಮೂಲಕ ಸಮಸ್ಥಿತಿಯಲ್ಲಿ ಪ್ರವಹಿಸುವ ಉಷ್ಣಕ್ಕೆ ವಸ್ತುವಿನ ಉಷ್ಣವಾಹಕತ್ವವೆಂದು ಹೆಸರು.

$$K = \frac{Q}{At} \quad \frac{d}{(\theta_1 - \theta_2)}$$

Q ಒಂದು ವಿಧವಾದ ಶಕ್ತಿ ; ಉಷ್ಣಶಕ್ತಿ. ಇದರಿಂದಾಗಿ ಅದರ ಆಯಾಮವು ಶಕ್ತಿಯ ಆಯಾಮ (ML^2T^{-2}) ವಾಗಿರುತ್ತದೆ.

$$\therefore K = \frac{ML^2T^{-2}\ L}{[L^2][T][\theta]} = [MLT^{-3}\theta^{-1}]$$

ಇದನ್ನು ಜೂಲ್ $sec^{-1}\ m^{-2}$ ಎಂಬ ಮಾನದಿಂದ SI ವ್ಯವಸ್ಥೆಯಲ್ಲಿ ಅಳೆಯಲಾಗುತ್ತದೆ.

ಉಷ್ಣವಹನದ ಕೆಲವು ವ್ಯಾವಹಾರಿಕ ಬಳಕೆಗಳು

ಘನರೂಪದಲ್ಲಿರುವ ವಸ್ತುಗಳಲ್ಲಿ ಉಷ್ಣಪ್ರಸಾರವು ಸಂಪೂರ್ಣವಾಗಿ ಉಷ್ಣವಹನದಿಂದಾಗುತ್ತದೆ. ಕೆಲವು ವಸ್ತುಗಳು ಉಷ್ಣವಾಹಕವಾಗಿರುವುದು, ಮತ್ತೆ ಕೆಲವು ಅವಾಹಕಗಳಾಗಿರುವುದನ್ನು ಬಳಸಿಕೊಂಡು ನಿಜಜೀವನದಲ್ಲಿ ಅನೇಕ ಉಪಯೋಗಗಳನ್ನು ಪಡೆಯಲಾಗುತ್ತಿದೆ. ಕೆಲವು ಉದಾಹರಣೆಗಳನ್ನು ಕೆಳಗೆ ಕೊಡಲಾಗಿದೆ.

1. ಬಿಸಿ ಪದಾರ್ಥಗಳನ್ನು ಇಡಬೇಕಾದ ಲೋಹದ ಪಾತ್ರೆಗಳಿಗೆ ಮರ ಅಥವಾ ಇತರೆ ಅವಾಹಕದಿಂದ ಮಾಡಿದ ಹಿಡಿಯನ್ನು ಒದಗಿಸಲಾಗಿರುತ್ತದೆ.

2. ಬಿಸಿ ಕಾಫಿ, ಟೀ ಮುಂತಾದ ದ್ರವಗಳನ್ನು ಹಾಕಬೇಕಾದ ಗಾಜಿನ ಲೋಟಗಳು ತೆಳ್ಳಗಿರಬೇಕು. ಇಲ್ಲದಿದ್ದರೆ ಗಾಜು ಅವಾಹಕವಾದ್ದರಿಂದ ಅದರ ಬೇರೆ ಬೇರೆ ಭಾಗಗಳಲ್ಲಿನ ವಿಕಾಸದಲ್ಲಿನ ವ್ಯತ್ಯಾಸದಿಂದಾಗಿ ಅದು ಒಡೆಯಬಹುದು.

3. ತೆಳ್ಳಗಿರುವ ಕಾಗದದಿಂದ ಮಾಡಿದ ಪಾತ್ರೆಯಲ್ಲಿ ನೀರನ್ನು ಮರಳಿಸಬಹುದು. ಉರಿಯ ಜ್ವಾಲೆಯು ಕಾಗದದ ಮೇಲಿದ್ದರೂ ಅದು ಹತ್ತಿಕೊಳ್ಳುವುದಿಲ್ಲ. ಕಾಗದದ ಉಷ್ಣತೆಯು ಸುಡುಉಷ್ಣತೆ (charring temperature) ಯನ್ನು ಮುಟ್ಟುವವರೆಗೆ ಅದು

ಹತ್ತಿಕೊಳ್ಳುವುದಿಲ್ಲ. ಈ ಉಷ್ಣತೆಯು ನೀರಿನ ಕುದಿತಾಪಕ್ಕಿಂತ ಹೆಚ್ಚಾದ್ದರಿಂದ ಕಾಗದವು ಹತ್ತಿಕೊಳ್ಳುವುದಕ್ಕೆ ಮೊದಲೇ ನೀರು ಕುದಿಯಲು ಪ್ರಾರಂಭಿಸುತ್ತದೆ. ಈ ಪ್ರಯೋಗಕ್ಕೆ ಉಪಯೋಗಿಸುವ ಕಾಗದವು ತೆಳ್ಳಗಿದ್ದಷ್ಟು ಉತ್ತಮ.

4. ಒಂದು ಬುನ್ಸನ್ ಬರ್ನರ್ ಮೇಲೆ ತಂತಿಯ ಜಾಲರಿಯನ್ನು ಹಿಡಿದು ಉರಿಯುತ್ತಿರುವ ಬೆಂಕಿಕಡ್ಡಿಯನ್ನು ಜಾಲರಿಯಮೇಲೆ ಹಿಡಿದರೆ, ಅದರ ಮೇಲಿರುವ ಅನಿಲವು ಮಾತ್ರ ಹೊತ್ತಿಕೊಂಡು ಉರಿಯುತ್ತದೆಯೇ ಹೊರತು ಜಾಲರಿಯ ಕೆಳಭಾಗದಲ್ಲಿ ಜ್ವಾಲೆ ಇರುವುದಿಲ್ಲ. ಜಾಲರಿಯನ್ನು ಲೋಹದಿಂದ ಮಾಡಿರುವುದರಿಂದ, ಒಳ್ಳೆಯ ಉಷ್ಣವಾಹಕವಾದ ಅದು ಸುಲಭವಾಗಿ ಉಷ್ಣವನ್ನು ಹೀರಿ ಗಾಳಿಗೆ ಹರಡುತ್ತದೆ. ಗಣಿಗಳಲ್ಲಿ ಉಪಯೋಗಿಸುವ ಡೇವಿ ಸುರಕ್ಷಾ ದೀಪವನ್ನು ಈ ತತ್ವದ ಆಧಾರದಮೇಲೆ ರಚಿಸಲಾಗಿದೆ.

5. ಅವಾಹಕಗಳಿಂದಲೂ ಅನೇಕ ಉಪಯೋಗಗಳನ್ನು ಪಡೆಯಬಹುದು. ಮಂಜುಗಡ್ಡೆಯನ್ನು ಕಾಪಾಡಲು ಅದನ್ನು ಮರದ ಪುಡಿಯಲ್ಲಿ ಹುದುಗಿಸುವುದುಂಟು. ಇದಕ್ಕೆ ಕಾರಣ ಮರದ ಅವಾಹಕತ್ವ, ಅಲ್ಲದೆ ಪುಡಿಯ ಒಳಗಿರುವ ಗಾಳಿಯ ಅವಾಹಕತ್ವ.

6. ಚಳಿಗಾಲದಲ್ಲಿ ಉಣ್ಣೆಯ ಬಟ್ಟೆಗಳನ್ನು ಧರಿಸುವುದು ಒಳ್ಳೆಯದು. ಉಣ್ಣೆಯ ನೂಲುಗಳ ಉದ್ದಹೆಚ್ಚು ಅಲ್ಲದೆ ಅದನ್ನು ಬಹಳ ವಿರಳವಾಗಿ ಹೆಣೆದಿರುತ್ತಾರೆ. ಉದ್ದವಾದ ನೂಲುಗಳ ಮಧ್ಯೆ ಇರುವ ಅವಾಹಕ ಗಾಳಿಯು ದೇಹದ ಉಷ್ಣವು ಹೊರಗೆ ಹೋಗದಂತೆ ತಡೆದು ದೇಹವನ್ನು ಬೆಚ್ಚಗಿಡುತ್ತದೆ. ಅದೇ ಹತ್ತಿಯ ಬಟ್ಟೆಗಳನ್ನು ಒತ್ತಾಗಿ ನೇಯ್ದಿರುವುದರಿಂದ ಅದರ ಮೂಲಕ ಉಷ್ಣವು ಸುಲಭವಾಗಿ ಹರಿಯುತ್ತದೆ. ಬೇಸಿಗೆಯಲ್ಲಿ ಹತ್ತಿಬಟ್ಟೆ ಹಿತವಾಗಿರುತ್ತದೆ.

ಉದಾಹರಣೆಗಳು

1. ಒಂದು ಕೊಳದ ಮೇಲ್ಭಾಗದಲ್ಲಿ 3cm ದಪ್ಪದ ಮಂಜುಗಡ್ಡೆ ಕಟ್ಟಿದೆ. ಸುತ್ತಲಿನ ಉಷ್ಣತೆಯು ಶೂನ್ಯಕ್ಕಿಂತ 20^0 C ಕಡಿಮೆ ಇರುವಾಗ ಈ ಪದರವು 1mm ಹೆಚ್ಚಾಗಲು ಬೇಕಾಗುವ ಕಾಲವೆಷ್ಟು? ಮಂಜಿನ ಉಷ್ಣವಾಹಕತ್ವ =2.1 SIU, ಸಾಂದ್ರತೆ 9.2×10^2 kg/m^3 ಗುಪ್ತೋಷ್ಣ = 3.35×10^5 J/kg.

$d = 3cm = 0.03m$, $(\theta_1 - \theta_2) = O - (-20) = 20^0$ C

$K = 2.1$, $\varrho = 9.2 \times 10^2\ kg/m^3$, $L = 3.35 \times 10^5$ J/kg

dx = 1mm ದಪ್ಪ ಹೆಚ್ಚಾಗಲು ಬೇಕಾಗುವ ಕಾಲ t sec ಆಗಿರಲಿ.

ದ್ರವ್ಯರಾಶಿ $m = A \times dx \times \varrho$

ಬೇಕಾಗುವ ಶಾಖ $Q = mL$

$\therefore Q = KAt (\theta_1 - \theta_2) / d$

A. dx. ϱ L = 2.1 x A x 20/0.03 x t

ಅಥವಾ $t = \dfrac{10^{-3} \times 9.2 \times 10^{2} \times 3.35 \times 10^{5} \times 0.03}{2.1 \times 20} = 220.14$ sec

2. ಒಂದು ಕೊಠಡಿಯ ಗೋಡೆಗಳು 0.4m ದಪ್ಪ ಇವೆ. ಅವುಗಳ ಒಟ್ಟು ವಿಸ್ತೀರ್ಣ1500 ಚ.ಮೀ ಮತ್ತು ಉಷ್ಣವಾಹಕತ್ವ 0.004. ಕೊಠಡಿಯ ಹೊರಗಿನ ಉಷ್ಣತೆ 6^0 C. 8 ಕಿಲೋಕ್ಯಾಲೊರಿ / ಗ್ರಾಂ ಮೌಲ್ಯದ ಕಲ್ಲಿದ್ದಲನ್ನು ಗಂಟೆಗೆ ಎಷ್ಟು ಉಪಯೋಗಿಸಿದರೆ ಕೊಠಡಿಯ ಉಷ್ಣತೆಯನ್ನು 16^0 Cನಲ್ಲಿ ಇಡಬಹುದು? ಅಲ್ಲದೆ ಗಂಟೆಗೆ ಎಷ್ಟು ಉಷ್ಣವು ಉಷ್ಣವಹನದಿಂದ ಕೊಠಡಿಯ ಹೊರಗೆ ಹೋಗುತ್ತದೆ?

K = 0.004, a = 1500 ಚ. ಮೀ. $\theta_1 = 16^0$ C $\theta_2 = 6^0$ C

d = 0.4m t = 1 ಗಂ= 60 x 60 sec

Q = KAt $(\theta_1 - \theta_2)$ / d = 0.004 x 1500 x (16–6) / 0.4 x 3600

= 540 ಕಿಲೋ ಕ್ಯಾಲೊರಿ

8 ಕಿಲೋಕ್ಯಾಲೊರಿ ಉಷ್ಣಬೇಕಾದರೆ 1 ಗ್ರಾಂ ಕಲ್ಲಿದ್ದಲನ್ನು ಸುಡಬೇಕು.

540 ಕಿಲೋಕ್ಯಾಲೊರಿ ಒದಗಿಸಲು, $\dfrac{540}{8} = 67.5$ ಗ್ರಾಂ

3. ಚಳಿಯಿಂದ ತಪ್ಪಿಸಿಕೊಳ್ಳಲು 4mm ದಪ್ಪದ ಉಣ್ಣೆಯ ಶಾಲನ್ನು ಮೈಗೆ ಸುತ್ತಿಕೊಂಡಿದೆ. ವಾತಾವರಣದ ತಾಪವು 20^0 C ಇದ್ದು, ಉಣ್ಣೆಯ ಉಷ್ಣವಾಹಕತ್ವವು 5.028×10^{-2} SIU ಇದ್ದಾಗ ದೇಹದ ಪ್ರತಿ ಚದರ ಮೀಟರ್‌ನಿಂದ ಪ್ರತಿಗಂಟೆಗೂ ಹೊರಹೋಗುವ ಉಷ್ಣವೆಷ್ಟು? ದೇಹದ ತಾಪವು 37^0 C ಸ್ಥಿರವಾಗಿರುತ್ತದೆಂದು ಊಹಿಸಿದೆ.

K = 5.028×10^{-2} SIU, A = 1 sq.m, $\theta_1 = 37^0$ C, $\theta_2 = 20^0$ C

d = 4×10^{-3} m, t = 1 hr = 3600 sec.

[$(\theta_1 - \theta_2$ ಬೆಲೆ, ಉಷ್ಣತೆಯನ್ನು ಕೆಲ್ವಿನ್‌ನಲ್ಲಿ ತೆಗೆದುಕೊಂಡಾಗಲೂ ಒಂದೇ ಇರುವುದರಿಂದ ಸೆಲ್ಸಿಯಸ್‌ನಲ್ಲೇ ತೆಗೆದುಕೊಂಡಿದೆ.]

Q = KAt $(\theta_1 = \theta_2)$ / d

= $5.028 \times 10^{-2} \times 1 \times (37 - 20) / 4 \times 10^{-3} \times 3600$

= 7.7×10^5 J

ಗಂಟೆಗೊಮ್ಮೆ ಪ್ರತಿಚದರಮೀಟರ್‌ನಿಂದ ಹೊರಹೋಗುವ ಉಷ್ಣ = 7.7×10^5 J

ಅಭ್ಯಾಸ

ಒಂದು ಅಂಕದ ಪ್ರಶ್ನೆಗಳು

1. ಮೂರು ವಿಧದ ಉಷ್ಣಪ್ರಸಾರವನ್ನು ಹೆಸರಿಸಿ.

2. ಒಂದು ಗುಂಡುಸೂಜಿಯನ್ನು ತೆಳುವಾದ ಕಾಗದದ ಮೇಲಿಟ್ಟು ಅದು ಹಳದಿ ಬಣ್ಣಕ್ಕೆ ತಿರುಗಿ ಕರುಕಾಗುವವರೆಗೆ ಬುನ್ಸನ್ ಬರ್ನರ್ ಜ್ವಾಲೆಯಮೇಲೆ ಹಿಡಿದಿದೆ. ಕಾಗದವನ್ನು ಅಲ್ಲಾಡಿಸಿ ಗುಂಡು ಸೂಜಿಯನ್ನು ಕೆಳಗೆ ಬೀಳಿಸಿದೆ. ಸೂಜಿಯಿದ್ದ ಜಾಗದಲ್ಲಿ ಬಿಳಿ ಗುರುತು ಬಿದ್ದಿರುತ್ತದೆ. ಕಾರಣವೇನು?

3. ಚಳಿಗಾಲದಲ್ಲಿ ಕಿಟಕಿಯ ಕಬ್ಬಿಣದ ಸಲಾಕೆಯನ್ನು ಮುಟ್ಟಿದರೆ ಅದು ಕೊರೆಯುತ್ತಿರುತ್ತದೆ. ಅದೇ ಮರದ ಕಿಟಕಿಯನ್ನು ಮುಟ್ಟಿದಾಗ ಅದು ಅಷ್ಟು ಕೊರೆಯುವುದಿಲ್ಲ. ಉಷ್ಣತಾಮಾಪಕದಿಂದ ಪರೀಕ್ಷಿಸಿದರೆ ಮರದಕಿಟಕಿ ಮತ್ತು ಕಬ್ಬಿಣದ ಸಲಾಕೆಯಲ್ಲಿನ ಉಷ್ಣತೆಯಲ್ಲಿ ವ್ಯತ್ಯಾಸವಿರುತ್ತದೆಯೆ? ಇಲ್ಲದಿದ್ದಲ್ಲಿ ವಿಭಿನ್ನ ಅನುಭವವಾಗಲು ಕಾರಣವೇನು?

4. ಒಂದು ದಪ್ಪ ಹೊದಿಕೆಗಿಂತ ಎರಡು ತೆಳ್ಳನೆಯ ಹೊದಿಕೆಗಳನ್ನು ಜೋಡಿಸಿ ಹೊದೆಯುವುದು, ಚಳಿಗಾಲದಲ್ಲಿ ಹೆಚ್ಚು ಸೂಕ್ತ. ಇದು ಸರಿಯೆ? ಸರಿಯಾಗಿದ್ದಲ್ಲಿ ಕಾರಣವೇನು?

ಎರಡು ಅಂಕಗಳ ಪ್ರಶ್ನೆಗಳು

1. ಸಮಸ್ಥಿತಿ ಎಂದರೇನು? ವಿವರಿಸಿ.

2. ಉಷ್ಣತಾಪ್ರವಣತೆ ಎಂದರೇನು? ವಿವರಿಸಿ.

ನಾಲ್ಕು ಅಂಕಗಳ ಪ್ರಶ್ನೆಗಳು

1. ಉಷ್ಣತಾಪ್ರವಣತೆಯನ್ನು ಆಧರಿಸಿ ಉಷ್ಣವಾಹಕತ್ವವನ್ನು ವಿವರಿಸಿ ಅದಕ್ಕೆ ಸೂತ್ರ ಬರೆಯಿರಿ.

ಐದು ಅಂಕಗಳ ಲೆಕ್ಕಗಳು

1. ಒಂದು ಸರೋವರದ ಮೇಲೆ 20cm ದಪ್ಪದ ಮಂಜುಗಡ್ಡೆಯು ಕಟ್ಟಿರುತ್ತದೆ. ಹೊರಗಿನ ಉಷ್ಣತೆಯು -10^0C ಇದ್ದರೆ ಮಂಜುಗಡ್ಡೆಯು 1mm ದಪ್ಪ ಹೆಚ್ಚಲು ಬೇಕಾಗುವ ಕಾಲವೆಷ್ಟು?

ಮಂಜಿನ ಉಷ್ಣವಾಹಕತ್ವ = 2.1 SIU, ಸಾಂದ್ರತೆ 9.2×10^2 kg / m^3
ಗುಪ್ತೋಷ್ಣ = 3.35×10^5 J/kg [48 ನಿಮಿಷ]

2. ಒಂದು ಕಿಟಕಿಯ ಗಾಜಿನ ಒಟ್ಟು ವಿಸ್ತೀರ್ಣ 10 ಚದರ ಮೀಟರ್ ಮತ್ತು ಗಾಜಿನ ದಪ್ಪ 3mm. ಕೊಠಡಿಯ ಒಳಗಿನ ಉಷ್ಣತೆ 20^0C ಇದ್ದು ಹೊರಗಿನ ಉಷ್ಣತೆ $-5\,^0$C ಇದ್ದಾಗ ಪ್ರತಿನಿಮಿಷ ಕೋಣೆಯಿಂದ ಹೊರಕ್ಕೆ ಹೋಗುವ ಉಷ್ಣವೆಷ್ಟು? ಗಾಜಿನ ಉಷ್ಣವಾಹಕತ್ವ 0.82 SIU [4.10×10^6 J]

3. ಒಂದು ಬರ್ಫ ಪೆಟ್ಟಿಗೆಯನ್ನು ಮರದಲ್ಲಿಮಾಡಿ ಒಳಭಾಗಕ್ಕೆ ಕಾರ್ಕಿನ ಪದರವನ್ನು ಜೋಡಿಸಿದೆ. ಮರದ ದಪ್ಪ 1.75cm ಮತ್ತು ಕಾರ್ಕಿನ ದಪ್ಪ 3cm. ಕಾರ್ಕಿನ ಒಳಮೈ ಉಷ್ಣತೆ 0^0C ಇದ್ದು ಮರದ ಹೊರಮೈ ಉಷ್ಣತೆ 12^0C. ಇವೆರಡರ ಅಂತರ ಮುಖೀ (interfacial) ಉಷ್ಣತೆಯೆಷ್ಟು? ಮರ ಮತ್ತು ಕಾರ್ಕಿನ ಉಷ್ಣವಾಹಕತ್ವವು ಅನುಕ್ರಮವಾಗಿ 6 ಮತ್ತು 1.2 SIU [$10.74\,^0$C]

4. ಉಣ್ಣೆ ಬಟ್ಟೆಯನ್ನು ಧರಿಸಿರುವ ಒಬ್ಬ ಮನುಷ್ಯನು 1 ನಿಮಿಷಕ್ಕೆ 1 ಚದರ ಸೆಂ. ಮೀ. ಬಟ್ಟೆಯಿಂದ 2 ಜೂಲ್ ಉಷ್ಣವನ್ನು ಕಳೆದುಕೊಳ್ಳುತ್ತಾನೆ. ಬಟ್ಟೆಯ ದಪ್ಪ 3mm. ಆತನ ಚರ್ಮದ ಉಷ್ಣತೆ 30^0C ಮತ್ತು ವಾಯುಮಂಡಲದ ಉಷ್ಣತೆ 10^0C ಆದರೆ ಉಣ್ಣೆಯ ಉಷ್ಣವಾಹಕತ್ವವೆಷ್ಟು? [5×10^{-2} SIU]

5. 2cm ದಪ್ಪ ಮತ್ತು 100 ಚ.ಸೆಂ.ಮೀ. ವಿಸ್ತೀರ್ಣದ ಒಂದು ಅವಾಹಕವನ್ನು ಉಷ್ಣ ನಿಯಂತ್ರಣಕ್ಕಾಗಿ ಬಳಸಿದೆ. ಅದರ ಎರಡೂ ಬದಿಗಳ ಉಷ್ಣತಾ ವ್ಯತ್ಯಾಸ 100^0C. ಉಷ್ಣವಾಹಕತ್ವವು 8.4×10^{-2} ಆಗಿದ್ದಲ್ಲಿ ಆದರಿಂದ ಒಂದು ದಿನದಲ್ಲಿ ಪ್ರವಹಿಸುವ ಉಷ್ಣವೆಷ್ಟು? [36.29×10^9 J]

5.5 ರಶ್ಮಿಪ್ರಸಾರ

ಉಷ್ಣವು ಒಂದು ಕಡೆಯಿಂದ ಮತ್ತೊಂದು ಕಡೆಗೆ ಅನೇಕ ರೀತಿಯಲ್ಲಿ ಪ್ರವಹಿಸುತ್ತದೆ. ಉಷ್ಣವಹನ ಮತ್ತು ಉಷ್ಣನಯನ ಎರಡೂ ಮಂದಗಾಮಿಗಳು. ಆದರೆ, ರಶ್ಮಿಪ್ರಸಾರವು(Radiation) ಬೆಳಕಿನ ವೇಗದಲ್ಲಿ, ಅಂದರೆ ಸೆಕೆಂಡಿಗೆ ಸುಮಾರು 3 ಲಕ್ಷ ಕಿಲೋಮೀಟರ್ ವೇಗದಲ್ಲಿ, ಪ್ರವಹಿಸುವುದರಿಂದ ಈ ಬಗೆಯ ಉಷ್ಣ ಪ್ರಸಾರ ಅತ್ಯಂತ ಸಮರ್ಥ ವಿಧಾನವಾಗಿದೆ. ಸೂರ್ಯನಿಂದ ಭೂಮಿಗೆ ಬರುವ ಶಕ್ತಿಯು ನಿರ್ವಾತದಲ್ಲಿ ರಶ್ಮಿಪ್ರಸಾರ ವಿಧಾನದಲ್ಲಿ ಪ್ರವಹಿಸಿ ವಾಯುಮಂಡಲವನ್ನು ಪ್ರವೇಶಿಸುತ್ತದೆ. ವಿದ್ಯುತ್‌ಕಾಂತೀಯ ಅಲೆಗಳ ತರಂಗ ಪಟ್ಟಿಯಲ್ಲಿ ಬರುವ ರಕ್ತಾತೀತ ಕಿರಣಗಳು ಉಷ್ಣಕಿರಣಗಳೇ ಆಗಿವೆ. ಬೆಳಕಿನ ಕಿರಣಗಳಿಗೆ ಅನ್ವಯವಾಗುವ ಪ್ರತಿಫಲನ, ವಕ್ರೀಭವನವೇ ಮುಂತಾದ ಎಲ್ಲಾ ನಿಯಮಗಳು ಉಷ್ಣಕಿರಣಗಳಿಗೂ ಅನ್ವಯಿಸುತ್ತವೆ.

ಉತ್ಸರ್ಜನೆ ಮತ್ತು ಹೀರಿಕೆ

ಪ್ರತಿ ವಸ್ತುವೂ ತನ್ನ ಹೊರಮೈಯಿಂದ ಉಷ್ಣಕಿರಣಗಳನ್ನು ಹೊರಚೆಲ್ಲುತ್ತದೆ. ಇದನ್ನು **ಉತ್ಸರ್ಜನೆ** (emission) ಎಂದೂ ಅದೇ ರೀತಿ ಉಷ್ಣಕಿರಣಗಳನ್ನು ಹೀರಿಕೊಂಡಾಗ **ಹೀರಿಕೆ** (Absorption) ಎಂದೂ ಕರೆಯಲಾಗುತ್ತದೆ. ಇವೆರಡೂ ವಸ್ತುವಿನ ಹೊರಮೈ ವಿಸ್ತೀರ್ಣ, ಉಷ್ಣತೆ ಮತ್ತು ಸ್ವಭಾವವನ್ನು ಅವಲಂಬಿಸಿರುತ್ತವೆ. ವಸ್ತುವಿನ ಮೇಲೆ ವಿಕಿರಣಗಳು ಬಿದ್ದಾಗ ಅದರಲ್ಲಿನ ಸ್ವಲ್ಪಭಾಗ **r** ಪ್ರತಿಫಲನಗೊಂಡರೆ, ಸ್ವಲ್ಪಭಾಗ **a** ಹೀರಿಕೆಯಾಗಿ, ಉಳಿದ ಭಾಗ **t** ವಹನವಾಗುತ್ತದೆ. ಶಕ್ತಿ ನಿತ್ಯತ್ವದ ನಿಯಮಾನುಸಾರ $\mathbf{r + a + t = 1}$ ಎಂದು ಸಾಧಿಸಬಹುದು. ಇಲ್ಲಿ **r, a** ಮತ್ತು **t** ಅನುಕ್ರಮವಾಗಿ ಪ್ರತಿಫಲನದ, ಹೀರಿಕೆಯ ಮತ್ತು ವಹನದ ಸಹಾಂಕಗಳಾಗಿವೆ.

ಒಂದು ವಸ್ತುವು ತನ್ನ ಮೇಲೆ ಬಿದ್ದ ಎಲ್ಲಾ ವಿಕಿರಣ (radiation) ವನ್ನೂ ಹೀರಿಕೊಂಡಾಗ ಅದನ್ನು ಸಂಪೂರ್ಣ ಕಪ್ಪುಕಾಯ ಎನ್ನಲಾಗುತ್ತದೆ. ಇದೇ ರೀತಿ ಸೂಕ್ತ ಉಷ್ಣತೆಯಲ್ಲಿಡಲಾದ ಕಪ್ಪುಕಾಯವು ಎಲ್ಲಾ ವಿಕಿರಣಗಳನ್ನೂ ಉತ್ಸರ್ಜಿಸುತ್ತದೆ. ಬೇರೆ ವಸ್ತುಗಳ ಉತ್ಸರ್ಜನೆ ಮತ್ತು ಹೀರಿಕೆಗಳನ್ನು ಕಪ್ಪುಕಾಯದೊಂದಿಗೆ ಹೋಲಿಸಲಾಗುತ್ತದೆ.

ಯಾವುದೇ ವಸ್ತುವಿನ ಮೇಲ್ಮೈನ ಉತ್ಸರ್ಜನಾ ಸಾಮರ್ಥ್ಯವು ಅದು ಒಂದು ನಿಗದಿತ ವೇಳೆಯಲ್ಲಿ ಏಕಮಾನ ವಿಸ್ತೀರ್ಣದಿಂದ ಹೊರಚೆಲ್ಲುವ ವಿಕಿರಣ ಮತ್ತು ಸಂಪೂರ್ಣ ಕಪ್ಪುಕಾಯದಿಂದ ನಿಗದಿತ ವೇಳೆಯಲ್ಲಿ ಏಕಮಾನ ವಿಸ್ತೀರ್ಣದಿಂದ ಹೊರಹೊಮ್ಮುವ ವಿಕಿರಣಗಳ ಪ್ರಮಾಣಕ್ಕೆ (Ratio) ಸಮನಾಗಿರುತ್ತದೆ.

ಒಂದು ವಸ್ತುವು ತನ್ನ ಮೇಲೆ ಬಿದ್ದ ವಿಕಿರಣವನ್ನು ಹೀರಿಕೊಳ್ಳುವುದನ್ನು ಹೀರಿಕೆ ಸಾಮರ್ಥ್ಯದಿಂದ ಅಳೆಯಲಾಗುತ್ತದೆ.

ಯಾವುದೇ ವಸ್ತುವಿನ ಹೀರಿಕೆ ಸಾಮರ್ಥ್ಯವು ಅದು ಒಂದು ನಿಗದಿತ ವೇಳೆಯಲ್ಲಿ ಏಕಮಾನ ವಿಸ್ತೀರ್ಣದ ಮೇಲೆ ಬಿದ್ದ ವಿಕಿರಣವನ್ನು ಹೀರಿಕೊಂಡದ್ದಕ್ಕೂ, ಅದರ ಮೇಲೆ ಅದೇ ಅವಧಿಯಲ್ಲಿ ಬೀಳುವ ಒಟ್ಟು ವಿಕಿರಣದ ಪ್ರಮಾಣಕ್ಕೂ ಸಮನಾಗಿರುತ್ತದೆ.

ಸಂಪೂರ್ಣ ಕಪ್ಪುಕಾಯವು ತನ್ನಮೇಲೆ ಬಿದ್ದ ಎಲ್ಲಾ ವಿಕಿರಣಗಳನ್ನೂ ಸಂಪೂರ್ಣವಾಗಿ ಹೀರಿಕೊಳ್ಳುವುದರಿಂದಾಗಿ ಅದರ ಹೀರಿಕೆ ಸಾಮರ್ಥ್ಯವು ಏಕಮಾನವಾಗಿರುತ್ತದೆ. ಬಿಳಿಯಮೇಲ್ಮೈ ಉಳ್ಳ ವಸ್ತುಗಳ ಹೀರಿಕೆ ಸಾಮರ್ಥ್ಯವು ಅತಿ ಕಡಿಮೆಯಾದ ಕಾರಣ ಎಲ್ಲಿ ಉಷ್ಣವಿಕಿರಣದಿಂದಾಗಿ ಉಷ್ಣತೆಹೆಚ್ಚಾಗಬಾರದೋ ಅಲ್ಲಿ ಬಿಳಿ ಬಣ್ಣವನ್ನು ಬಳಿಯುವುದು ಹೆಚ್ಚು ಸೂಕ್ತ. ವಿಮಾನಗಳಿಗೆ, ಹಡಗುಗಳಿಗೆ ಬಿಳಿ ಬಣ್ಣ ಬಳಿಯುವುದು ಈ ಕಾರಣದಿಂದಾಗಿಯೆ. ಬೇಸಿಗೆಯಲ್ಲಿ ಬಿಳಿ ಬಣ್ಣದ ಹತ್ತಿ ಉಡುಪು ಸೂಕ್ತವಾದರೆ ಚಳಿಗಾಲದಲ್ಲಿ ಕಪ್ಪುಬಣ್ಣದ ಉಣ್ಣೆಬಟ್ಟೆಗಳು ಸೂಕ್ತ.

ಪ್ರೆವೊ ವಿನಿಮಯ ಸಿದ್ಧಾಂತ (Prevost's theory of exchanges)

ಉಷ್ಣವಹನದ ನಿರೂಪಣೆಯಲ್ಲಿ ಎರಡು ಪ್ರಧಾನ ಹಂತಗಳನ್ನು ಇಲ್ಲಿ ಸ್ಮರಿಸಬಹುದು. ತಣ್ಣನೆಯ ವಸ್ತುಗಳ ವಿಷಯವಾಗಿ ತಿಳಿಸುತ್ತಾ **ತಣ್ಣನೆಯ ವಿಕಿರಣ** ಎಂಬ

ಅತುಲನೀಯ ದ್ರವವು, ಕ್ಯಾಲೊರಿದ್ರವದಂತೆ ಇರುವುದೆಂಬ ಪರಿಕಲ್ಪನೆಯನ್ನು ಅನೇಕ ವಿಜ್ಞಾನಿಗಳು ನಂಬಿದ್ದರು. ಇದರ ಪ್ರಕಾರ ಮಂಜುಗಡ್ಡೆಯ ಸುತ್ತಮುತ್ತಲು ತಣ್ಣನೆಯ ವಾತಾವರಣವಿರಲು ಅದು ಹೊರಸೂಸುವ **ತಣ್ಣನೆಯ ವಿಕಿರಣವೇ** ಕಾರಣವೆಂಬ ಪರಿಕಲ್ಪನೆ. ಇದೇ ಧಾಟಿಯಲ್ಲಿ ಉರಿಯಮುಂದೆ ನಿಂತಾಗ ಬಿಸಿಯಾಗುವುದು, ಉರಿ ಹೊರಸೂಸುವ **ಬಿಸಿ ವಿಕಿರಣ**ದಿಂದಾಗಿ.

1791 ರಲ್ಲಿ, ಪ್ರೆವೊ ; ಮಂಜುಗಡ್ಡೆಯನ್ನು ಮುಷ್ಟಿಯಲ್ಲಿ ಹಿಡಿದಾಗ ಶೀತವು ಮಂಜುಗಡ್ಡೆಯಿಂದ ಕೈಗೆ ಹರಿಯುವುದಿಲ್ಲ ; ಬದಲಿಗೆ ಕೈನಿಂದ ಮಂಜುಗಡ್ಡೆಗೆ ಉಷ್ಣವಹನವಾಗಿದೆಯೆಂದು ಖಚಿತವಾಗಿ ನಿರೂಪಿಸಿದ. ತಣ್ಣನೆಯ ಅನುಭವವಾಗುವುದು ದೇಹದಿಂದ ಉಷ್ಣವನ್ನು ಕಳೆದುಕೊಂಡದ್ದರಿಂದಲೇ ಹೊರತು ಶೀತವನ್ನು ಸಂಪಾದಿಸಿದ್ದರಿಂದಲ್ಲ. ವಾಸ್ತವವಾಗಿ ಯಾವುದೇ ಉಷ್ಣತೆಯಲ್ಲಿರುವ ವಸ್ತುವು ಉಷ್ಣವನ್ನು ಉತ್ಸರ್ಜನೆಮಾಡುತ್ತದೆ. ಉಷ್ಣವು ಯಾವಾಗಲೂ ಬಿಸಿ ವಸ್ತುವಿನಿಂದ ತಣ್ಣಗಿನ ವಸ್ತುವಿನ ಕಡೆಗೆ ಪ್ರವಹಿಸುತ್ತದೆ. ಸಮಉಷ್ಣದಲ್ಲಿರುವ ವಸ್ತುವು ಕೂಡ ಉಷ್ಣವನ್ನು ಪ್ರಸರಿಸುತ್ತಿರುತ್ತದೆ. ಅದು ಯಾವದರದಲ್ಲಿ ಉಷ್ಣವನ್ನು ಕಳೆದುಕೊಳ್ಳುತ್ತಿರುತ್ತದೆಯೋ ಅದೇ ದರದಲ್ಲಿ ತನ್ನ ಸುತ್ತಲಿಂದ ಉಷ್ಣವನ್ನು ಪಡೆಯುತ್ತಿರುತ್ತದೆ.

ವಸ್ತುಗಳು ಯಾವುದೇ ಉಷ್ಣತೆಯಲ್ಲಿದ್ದಾಗಲೂ ವಿಕಿರಣಶಕ್ತಿಯನ್ನು ಉತ್ಸರ್ಜಿಸುತ್ತಿರುತ್ತವೆ. ಈ ಉತ್ಸರ್ಜನೆ, ವಸ್ತುವಿನ ಉಷ್ಣತೆ ಹೆಚ್ಚಿದಂತೆ ಅದೂ ಹೆಚ್ಚುತ್ತಾ ಇದ್ದು ತನ್ನ ಸುತ್ತಲಿನ ವಸ್ತುಗಳ ಪ್ರಭಾವದಿಂದ ಮುಕ್ತವಾಗಿರುತ್ತದೆ.

ಒಂದು ವಸ್ತುವು ತನ್ನ ಸುತ್ತಲಿನ ವಸ್ತುಗಳ ಉಷ್ಣತೆಯನ್ನೇ ಪಡೆದಿರುವಾಗ (ಇದನ್ನೆ ಉಷ್ಣಸಮಸ್ಥಿತಿ ಎಂದು ಹಿಂದೆ ತಿಳಿಸಿದೆ) ಉಷ್ಣಶಕ್ತಿಯ ಪರಸ್ಪರ ವಿನಿಮಯದಿಂದಾಗಿ ಸಮಸ್ಥಿತಿಯಲ್ಲಿರುತ್ತದೆ.

ವಸ್ತುಗಳ ಮಧ್ಯೆ, ಪರಸ್ಪರ ಉಷ್ಣವಿನಿಮಯದಿಂದಾಗಿ ಉಷ್ಣವಿಕಿರಣದ ಒಟ್ಟಾರೆ ಲಾಭನಷ್ಟಗಳಿಲ್ಲದೆ, ಕ್ರಿಯಾತ್ಮಕ ಉಷ್ಣಸಮಸ್ಥಿತಿ ಏರ್ಪಡುವುದಕ್ಕೆ ಪ್ರೆವ್ಹೊ ವಿನಿಮಯ ಸಿದ್ಧಾಂತವೆಂದು ಹೆಸರು.

ಸ್ಟೀಫಾನ್ ನಿಯಮ

ಆಸ್ಟ್ರಿಯಾ ದೇಶದ ಈ ವಿಜ್ಞಾನಿಗೆ ಕಾದ ವಸ್ತುಗಳು ವಿಕಿರಣವನ್ನು ಹೊರಸೂಸುವ ದರದ ಅಭ್ಯಾಸದಲ್ಲಿ ವಿಶೇಷ ಆಸಕ್ತಿ. ಸುಮಾರು ಒಂದು ಶತಮಾನಕ್ಕೆ ಮೊದಲು, ಪ್ರೆವ್ಹೊ ಇದರ ವಿಷಯವಾಗಿ ಗುಣಾತ್ಮಕ ಪರಿಕಲ್ಪನೆಯನ್ನು ಕೊಟ್ಟಿದ್ದನ್ನು ಸ್ಟೀಫಾನ್ (1835–1893) ಆಳವಾಗಿ ಅಭ್ಯಾಸಮಾಡಿ ಪರಿಮಾಣಾತ್ಮಕ(quantitative) ಶಬ್ದಗಳಲ್ಲಿ ವಿವರಿಸಿದನು. 1879 ರಲ್ಲಿ, **ಕಾದವಸ್ತುವು ಪ್ರಸರಿಸುವ ಒಟ್ಟು ಉಷ್ಣವಿಕಿರಣವು ವಸ್ತುವಿನ ಉಷ್ಣತೆಯ ನಾಲ್ಕನೆಯ ಘಾತಕ್ಕೆ ನೇರಾನುಪಾತೀಯವಾಗಿರುತ್ತದೆಂದು ಪ್ರತಿಪಾದಿಸಿದನು.** ಕಪ್ಪುಕಾಯದ ಪರಿಕಲ್ಪನೆ ಮೂಡಿದ ತರುವಾಯ ಇದೇ ನಿಯಮವನ್ನು ಮತ್ತಷ್ಟು ನಿಖರವಾಗಿ ಪ್ರತಿಪಾದಿಸಲಾಗುತ್ತಿದೆ.

ಸಂಪೂರ್ಣ ಕಪ್ಪುಕಾಯದ ಪ್ರತಿಏಕಮಾನ ವಿಸ್ತೀರ್ಣದಿಂದ ಪ್ರತಿಸೆಕೆಂಡಿನಲ್ಲಿ ಹೊರಹೊಮ್ಮುವ ಒಟ್ಟು ವಿಕಿರಣ (E)ವು ಅದರ ನಿರಪೇಕ್ಷ ಉಷ್ಣತೆಯ (T) ನಾಲ್ಕನೆಯಘಾತಕ್ಕೆ ನೇರಾನುಪಾತದಲ್ಲಿರುತ್ತದೆ.

ಅಂದರೆ $\mathbf{E \alpha T^4}$ ಅಥವಾ $\mathbf{E = \sigma T^4}$

ಅನುಪಾತ ನಿಯತಾಂಕವಾದ σ ವನ್ನು ಸ್ಟೀಫಾನ್ ನಿಯತಾಂಕವೆಂದು ಕರೆಯಲಾಗುತ್ತದೆ. SI ಮಾನದಲ್ಲಿ ಅದರ ಬೆಲೆ $5.72 \times 10^{-8}\ Jm^{-2} s^{-1} K^{-4}$

ಸ್ಟೀಫಾನ್ ನಿಯಮವನ್ನು ಉಷ್ಣಚಲನ ತತ್ವ (Thermodynamic principle) ನಿಯಮದಿಂದ ನಿಷ್ಪತ್ತಿಸಬಹುದೆಂದು 1884 ರಲ್ಲಿ ಬೋಲ್ಟ್ಸ್‌ಮಾನ್ ಎಂಬ ಆಸ್ಟ್ರಿಯಾ ದೇಶದ ಮತ್ತೊಬ್ಬ ವಿಜ್ಞಾನಿ ತೋರಿಸಿದನು. ಇದನ್ನು ಸ್ಟೀಫಾನ್-ಬೋಲ್ಟ್ಸ್‌ಮಾನ್ ನಿಯಮವೆಂದು ಕರೆಯಲಾಗುತ್ತದೆ.

ನಿರಪೇಕ್ಷ ಉಷ್ಣತೆ T ಯಲ್ಲಿರುವ ಒಂದು ಕಪ್ಪುಕಾಯವನ್ನು ನಿರಪೇಕ್ಷ ಉಷ್ಣತೆ T_O ನಲ್ಲಿರುವ ಮತ್ತೊಂದು ಕಪ್ಪುಕಾಯವು ಸುತ್ತುವರಿದಾಗ, ಪ್ರತಿಏಕಮಾನ ವಿಸ್ತೀರ್ಣದಿಂದ ಪ್ರತಿಸೆಕೆಂಡಿನಲ್ಲಿ ಹೊರಹೊಮ್ಮುವ ವಿಕಿರಣಶಕ್ತಿ E^1 ಅನ್ನು

$E^1 = \sigma\ (T^4 - T_O^4)$ ಎಂದು ವಿವರಿಸಬಹುದು.

ಕಿರ್ಕಾಫ್ ನಿಯಮ (Gastav Robert Kirkh'huf)

ಒಂದು ವಸ್ತುವಿನ ಮೇಲ್ಮೈನಿಂದ ಉಷ್ಣಶಕ್ತಿಯ ಉತ್ಸರ್ಜನೆ ಮತ್ತು ಹೀರಿಕೆ ಒಟ್ಟಿಗೆ ಬದಲಾಗುವುದೆಂಬ ತಿಳಿವಳಿಕೆಯ ಆಧಾರದಮೇಲೆ ಜರ್ಮನ್ ಭೌತವಿಜ್ಞಾನಿ ಕಿರ್ಕಾಫ್, ಅತಿಮುಖ್ಯವಾದ ನಿಯಮವನ್ನು ಪ್ರತಿಪಾದಿಸಿದ. **ಒಂದು ನಿರ್ದಿಷ್ಟ ಉಷ್ಣತೆಯಲ್ಲಿ, ಉತ್ಸರ್ಜನ ಮತ್ತು ಹೀರಿಕೆ ಸಾಮರ್ಥ್ಯಗಳ ಪ್ರಮಾಣವು ಎಲ್ಲಾ ಮೇಲ್ಮೈಗಳಿಗೂ ಒಂದೇ ಪ್ರಮಾಣದ್ದಿರುವುದಲ್ಲದೆ ಅದು ಸಂಪೂರ್ಣ ಕಪ್ಪುಕಾಯದ ಉತ್ಸರ್ಜನ ಸಾಮರ್ಥ್ಯಕ್ಕೆ ಸಮನಾಗಿರುತ್ತದೆ.**

a_p ಮತ್ತು e_p ಹೀರಿಕೆ ಮತ್ತು ಉತ್ಸರ್ಜನಾ ಸಾಮರ್ಥ್ಯಗಳನ್ನು ಅನುಕ್ರಮವಾಗಿ ಸೂಚಿಸಲಿ. e^1_p ಸಂಪೂರ್ಣ ಕಪ್ಪುಕಾಯದ ಉತ್ಸರ್ಜನಾ ಸಾಮರ್ಥ್ಯ ಸೂಚಿಸಿದರೆ, ಕಿರ್ಕಾಫ್ ನಿಯಮಾನುಸಾರ

$e_p / a_p = e^1_p$

ಆದರೆ ಸಂಪೂರ್ಣ ಕಪ್ಪುಕಾಯದ $e^1_p = 1 \quad \therefore e_p / a_p = 1$

ಅಥವಾ $e_p = a_p$

ಅಂದರೆ ಒಂದು ಮೇಲ್ಮೈನ ಉತ್ಸರ್ಜನಾ ಸಾಮರ್ಥ್ಯ ಅದರ ಹೀರಿಕೆಯ ಸಾಮರ್ಥ್ಯಕ್ಕೆ ಸಮನಾಗಿರುತ್ತದೆ.

ಈ ನಿಯಮವನ್ನನುಸರಿಸಿ ಖಗೋಳ ವಿಜ್ಞಾನದಲ್ಲಿ ದೂರದ ನಕ್ಷತ್ರಗಳ ವಾತಾವರಣದಲ್ಲಿರುವ ಧಾತುಗಳನ್ನು ಕಂಡುಹಿಡಿಯಬಹುದಾಗಿದೆ. ಫ್ರಾನ್‌ಹಾಫರ್ ಕಂಡುಹಿಡಿದ ಸೂರ್ಯಕಿರಣಗಳ ರೋಹಿತದ ವಿಶ್ಲೇಷಣೆಗೆ ಈ ನಿಯಮ ಸಹಾಯಕಾರಿ.

ವೀನ್ ಸ್ಥಾನಾಂತರ ನಿಯಮ [Wilhelm Wien (Veen) 1864 – 1928]

1890 ರಲ್ಲಿ ಜರ್ಮನ್ ಭೌತವಿಜ್ಞಾನಿ ವೀನ್, ಕಿರ್ಚಾಫ್ ನಿಯಮದ ಅಭ್ಯಾಸವನ್ನು ಮುಂದುವರೆಸಿ ವಿಕಿರಣಗಳ ಸ್ವಭಾವ ಮತ್ತು ಅವುಗಳ ಪ್ರಮಾಣದತ್ತ ಗಮನಹರಿಸಿದ. ಸಂಪೂರ್ಣ ಕಪ್ಪುಕಾಯವು ಸೈದ್ಧಾಂತಿಕವಾಗಿ ಸಾಧ್ಯವೇ ಹೊರತು ವಾಸ್ತವವಾಗಿ ನಿರ್ಮಿಸಲು ಅಸಾಧ್ಯ. ಲೋಹದಿಂದ ಮಾಡಿದ ಗೋಳಾಕೃತಿಯ ಕುಹರಕ್ಕೆ ಒಂದು ಸಣ್ಣರಂಧ್ರ ಕೊರೆದರೆ ಅದನ್ನು ಕಪ್ಪುಕಾಯಕ್ಕೆ ಸಮೀಪಕಾಯದಂತೆ ಬಳಸಬಹುದು. ಇಂತಹ ಕುಹರದೊಳಕ್ಕೆ ಯಾವುದೇ ತರಂಗದೂರದ ವಿಕಿರಣ ಹೋದಲ್ಲಿ ಅದು ಹೊರಬರುವುದಿಲ್ಲ.

ಕಪ್ಪುಕಾಯವು ಹೊರಚೆಲ್ಲುವ ವಿಕಿರಣದ ಅಭ್ಯಾಸದಿಂದಾಗಿ, 1893 ರಲ್ಲಿ ವೀನ್; ಅದರಿಂದ ಹೊರಹೊಮ್ಮುವ ವಿಕಿರಣದಲ್ಲಿನ ತರಂಗದೂರಗಳು ಒಂದು ಹಂತದಲ್ಲಿ ಅತಿಹೆಚ್ಚಾಗುತ್ತದೆಂದು ಪ್ರತಿಪಾದಿಸಿದ. ಇದಕ್ಕೆ ವೀನ್ ಶಕ್ತಿ ಸ್ಥಾನಾಂತರ ನಿಯಮವೆಂದು ಹೆಸರು. **ಒಂದು ಕಪ್ಪುಕಾಯದ ಉಷ್ಣತೆ ಹೆಚ್ಚಿದಂತೆ ಗರಿಷ್ಠ ಉತ್ಸರ್ಜನಾ ಸಾಮರ್ಥ್ಯದ ತರಂಗದೂರವು ಹ್ರಸ್ವ ತರಂಗದೂರದ ಕಡೆಗೆ ಸ್ಥಾನಾಂತರಗೊಳ್ಳುತ್ತದೆ.** ಇದನ್ನೇ $\lambda_m T =$ ನಿಯತಾಂಕ ಎಂದು ಬರೆಯಬಹುದು.

ಕಡಿಮೆ ಉಷ್ಣತೆಯಲ್ಲಿ ಕೆಂಪು ವಿಕಿರಣವನ್ನು ಹೊರಸೂಸುವ ಕಪ್ಪುಕಾಯವು ಉಷ್ಣತೆ ಹೆಚ್ಚಿದಂತೆಲ್ಲ ಕಡಿಮೆ ತರಂಗಾಂತರದ ಹಸಿರು, ನೀಲಿ, ಊದಾ ಬಣ್ಣಗಳ ಬೆಳಕನ್ನು ಪಸರಿಸುತ್ತದೆ.

ಪ್ಲಾಂಕ್ ನಿಯಮ (Max Planck –1858–1947)

ರಶ್ಮಿಪ್ರಸಾರದ ಅಭ್ಯಾಸಕ್ಕೆ ವಿದ್ಯುತ್ಕಾಂತೀಯ ಅಲೆಗಳನ್ನು ಆಧಾರವಾಗಿಟ್ಟುಕೊಂಡು ಕಪ್ಪುಕಾಯದಿಂದ ಹೊರಹೊಮ್ಮುವ ವಿಕಿರಣಗಳನ್ನು ಅದರ ಉಷ್ಣತೆಗನುಗುಣವಾಗಿ ವಿಶ್ಲೇಷಿಸಲಾಯಿತು. ವಿಕಿರಣಗಳು ಅಖಂಡವಾಗಿ ಉತ್ಸರ್ಜಿತವಾಗುವುದು ಮತ್ತು ಹೀರಿಕೆಯಾಗುವುದು ಮಾತ್ರ ಸಾಧ್ಯವೆಂಬ ಪರಿಕಲ್ಪನೆ ಮೂಡಿತು. ಸ್ಟೀಫಾನ್ ನಿಯಮ, ವೀನ್ ಸ್ಥಾನಾಂತರ ನಿಯಮ ಮತ್ತು ನಂತರ ಬಂದ ರ‍್ಯಾಲಿ–ಜೀನ್ ನಿಯಮಗಳು ಈ ರೀತಿಯ ಅಖಂಡತೆಗೆ ಒತ್ತುಕೊಟ್ಟವು. ಆದರೆ ಪ್ರಾಯೋಗಿಕವಾಗಿ ಈ ನಿಯಮಗಳನ್ನು ಒರೆಹಚ್ಚಿದಾಗ ಅವು ಕೆಲವು ವಿಶಿಷ್ಟ ಸಂದರ್ಭಗಳಲ್ಲಿ ಮಾತ್ರ ಸರಿಯಾದ ಮತ್ತು ನಿರೀಕ್ಷಿಸಿದ ಫಲಿತಾಂಶ ನೀಡಬಲ್ಲವೆಂಬುದು ತಿಳಿಯಿತು. ಉದಾಹರಣೆಗೆ ವೀನ್ ನಿಯಮವು ಹ್ರಸ್ವತರಂಗಗಳಿಗೆ ಮಾತ್ರ ಸರಿಯಾಗಿ ಅನ್ವಯವಾಗುತ್ತಿತ್ತು. ಅದೇ ರೀತಿ ರ‍್ಯಾಲಿ–ಜೀನ್ ನಿಯಮವು ದೀರ್ಘತರಂಗದೂರಗಳಿಗೆ ಮಾತ್ರ ಅನ್ವಯವಾಗುತ್ತಿತ್ತು.

ಈ ಸಮಸ್ಯೆಗೆ ಮೂಲಕಾರಣವೆಂದರೆ ವಿಕಿರಣದ ಉತ್ಸರ್ಜನೆ ಮತ್ತು ಹೀರಿಕೆ ಅಖಂಡವಾಗಿ ಆಗುತ್ತದೆಂಬ ಪರಿಕಲ್ಪನೆ. ಇವಕ್ಕೆ ಬದಲಾಗಿ ಶಕ್ತಿ ವಿತರಣೆಯು ಅಖಂಡವಾಗಿ ಆಗದೆ ಖಂಡ ಖಂಡವಾಗಿ ಆಗುತ್ತದೆಂದು ಊಹಿಸಿದರೆ ಪ್ರಾಯೋಗಿಕ ಸಮರ್ಥನೆ ದೊರೆಯುತ್ತದೆಂಬುದನ್ನು ಪ್ಲಾಂಕ್ ಎಂಬ ಜರ್ಮನ್ ವಿಜ್ಞಾನಿ ಪ್ರತಿಪಾದಿಸಿದನು. ವಿಕಿರಣ ಶಕ್ತಿಯನ್ನು ಅನಂತವಾಗಿ ವಿಭಾಜಿಸಲು ಅಸಾಧ್ಯ; ಇದೂ ಕೂಡ ಜಡವಸ್ತುವಿನಂತೆ ಅಂತಿಮವಾಗಿ 'ಕಣ'ದ ರೂಪದಲ್ಲಿಯೇ ಇರಬೇಕು. ಈ ಕಣಕ್ಕೆ ಅವನು ಕೊಟ್ಟ ಹೆಸರು **'ಕ್ವಾಂಟ'** (ಲ್ಯಾಟಿನ್ ಭಾಷೆಯಲ್ಲಿ ಈ ಪದಕ್ಕೆ 'ಎಷ್ಟು ಪ್ರಮಾಣ?' ಎಂಬ ಅರ್ಥವಿದೆ). ಪ್ಲಾಂಕನ ನಿಯಮವನ್ನು ಸರಳೀಕರಿಸಿ ಹೀಗೆ ಹೇಳಬಹುದು: **ವಿಕಿರಣದ ಉತ್ಸರ್ಜನೆ ಮತ್ತು ಹೀರಿಕೆ ಅಖಂಡವಾಗಿ ಆಗದೆ, ವಿವಿಕ್ತ (discrete) ಕಣಗಳ ರೂಪದಲ್ಲಿ, ಒಮ್ಮೆ ಒಂದರಂತೆ ಮಾತ್ರ ಆಗುತ್ತದೆ.** ಇಂತಹ ಕಣದ ಶಕ್ತಿಯನ್ನು $\mathbf{E = h\,\upsilon}$ ಎಂಬ ಸೂತ್ರದಿಂದ ವಿವರಿಸಬಹುದು.

h ಪ್ಲಾಂಕ್ ಸ್ಥಿರಾಂಕ: 6.63×10^{-34} ಜೂಲ್‌ಸೆಕೆಂಡ್,

υ ವಿಕಿರಣದ ಕಂಪನಾಂಕ

ಸೌರಸ್ಥಿರಾಂಕ

ಸೂರ್ಯ ನಕ್ಷತ್ರದಿಂದ, ಸತತವಾಗಿ, ವಿಕಿರಣ ಶಕ್ತಿಯು ಅನಂತಾಕಾಶದಲ್ಲಿ ಪ್ರಸರಿಸುತ್ತಿದೆ. ಆದರಲ್ಲಿ ಅತ್ಯಲ್ಪಭಾಗಮಾತ್ರ ಭೂಮಿಯ ಕಡೆಗೆ ಬರುತ್ತಿದೆ. ಭೂಮಿಯತ್ತ ಬರುತ್ತಿರುವ ವಿಕಿರಣದ ಸಿಂಹಪಾಲು ಭೂಮಿಯ ವಾಯುಮಂಡಲದಲ್ಲಿ ಹೀರಿಕೆಯಾಗುತ್ತದೆ. ಈ ಹೀರಿಕೆಯು ದಿನದ ಬೇರೆ ಬೇರೆ ಸಮಯಗಳಲ್ಲಿ, ಋತುಮಾನಕ್ಕನುಸಾರವಾಗಿ ವ್ಯತ್ಯಾಸವಾಗುತ್ತಿರುತ್ತದೆ. ಇದರೊಂದಿಗೆ ಸ್ವಲ್ಪ ಭಾಗವು ಪ್ರತಿಫಲನ ಹಾಗೂ ಚದುರುವಿಕೆಯಿಂದ ವಾಯುಮಂಡಲದಲ್ಲಿಯೇ ನಷ್ಟವಾಗಿಬಿಡುತ್ತದೆ. ಇನ್ನುಳಿದ ಅತ್ಯಲ್ಪಭಾಗಮಾತ್ರ ಭೂಮಿಯಮೇಲೆ ಬೀಳುತ್ತದೆ. ಭೂಮಿಗೆ ತಲುಪುವ ಸೌರಶಕ್ತಿಯ ಅಳತೆಗಾಗಿ ಸೌರಸ್ಥಿರಾಂಕವನ್ನು ನಿರೂಪಿಸಲಾಗಿದೆ.

ಒಂದು ಏಕಮಾನ ವಿಸ್ತೀರ್ಣದ ಕಪ್ಪು ಮೇಲ್ಮೈಮೇಲೆ ಲಂಬವಾಗಿಬೀಳುವ ಸೌರಕಿರಣದ ದರಕ್ಕೆ ಸೌರಸ್ಥಿರಾಂಕವೆಂದು ಹೆಸರು. ಭೂಮಿಯ ವಾತಾವರಣವಿಲ್ಲದೆ ಕಪ್ಪು ಮೇಲ್ಮೈಯನ್ನು ಸೂರ್ಯ ಮತ್ತು ಭೂಮಿಗಿರುವ ಸರಾಸರಿದೂರದಲ್ಲಿಟ್ಟದೆ ಎಂದು ಊಹಿಸಿದೆ. ಇದನ್ನು ಪೈರ್‌ಹೀಲಿಯೋಮೀಟರ್ ಎಂಬ ಉಪಕರಣದಿಂದ ಅಳೆಯಲಾಗುತ್ತದೆ. ಇದರ ಮೌಲ್ಯ 1.353 kwm^{-2}.

ಸೌರಶಕ್ತಿಯನ್ನು ಪರ್ಯಾಯ ಶಕ್ತಿಮೂಲವಾಗಿ ಬಳಸುವ ಪ್ರಯತ್ನ ತ್ವರಿತಗತಿಯಲ್ಲಿ ನಡೆಯುತ್ತಿದೆ. ಸೌರಶಕ್ತಿಯನ್ನು ನೇರವಾಗಿ ಸಾಂಪ್ರದಾಯಿಕ ಉರುವಲುಗಳಾದ ಸೌದೆ, ಕಲ್ಲಿದ್ದಲು, ಅಡಿಗೆ ಅನಿಲ, ವಿದ್ಯುಚ್ಛಕ್ತಿಗಳಿಗೆ ಬದಲಾಗಿ ಉಪಯೋಗಿಸಬೇಕಾದುದು ಅಗತ್ಯವೂ ಹಾಗೂ ಅನಿವಾರ್ಯವೂ ಆಗಿದೆ. ಇದರಿಂದಾಗಿ, ಒಂದು ವರ್ಷದಲ್ಲಿ

ಯಾವುದೇ ಒಂದು ಪ್ರದೇಶದಲ್ಲಿ ಬೀಳುವ ಸೌರಶಕ್ತಿಯ ಮಾಹಿತಿ ಅತ್ಯಂತ ಮಹತ್ವದ್ದಾಗಿದೆ.

ಸೂರ್ಯನ ಉಷ್ಣತೆ

ಸೂರ್ಯ ಒಂದು ನಕ್ಷತ್ರ. ಇದರ ಅಗಾಧ ಶಕ್ತಿಯ ಮೂಲ ಹೈಡ್ರೊಜನ್ ಪರಮಾಣುಗಳ ಸಂಯೋಜನೆಯಿಂದಾಗಿ ಬಿಡುಗಡೆಯಾಗುವ ಶಕ್ತಿ. ಸ್ಪೆಕ್ಟ್ರೊಸ್ಕೋಪ್ ಬಳಸಿ ಸೂರ್ಯನನ್ನು ಅಭ್ಯಾಸಮಾಡಿದಾಗ ತಿಳಿದಿರುವ ವಿಷಯಗಳು (i) ಕಣ್ಣಿಗೆ ಕಾಣುವ ಹೊರಮೈ – ತೇಜೋಮಂಡಲ (photosphere) (ii) ತೇಜೋಮಂಡಲವನ್ನು ಸುತ್ತುವರಿದ ಹಿಂದಿರುಗಿಸುವ ಪದರ (iii) ಈ ಪದರದಿಂದ ಮುಂದುವರಿದಂತೆ ಸಿಕ್ಕುವ ವರ್ಣಮಂಡಲ (chromosphere) (vi) ಕರೋನ.

ಸೂರ್ಯನ ಉಷ್ಣತೆಯನ್ನು ಸ್ಟೀಫಾನ್–ಬೋಲ್ಟ್ಸ್ಮಾನ್ ಸೂತ್ರಬಳಸಿ ಸೌರ ಸ್ಥಿರಾಂಕವನ್ನು ಉಪಯೋಗಿಸಿಕೊಂಡು ಕಂಡುಹಿಡಿಯಬಹುದು. ತೇಜೋಮಂಡಲದ ಉಷ್ಣತೆಯು 5732K ಎಂದು ತಿಳಿಯುತ್ತದೆ.

ಸೂರ್ಯನನ್ನು ಕಪ್ಪುಕಾಯವೆಂದು ಊಹಿಸಿಕೊಂಡು ಸೌರಬೆಳಕಿನ ರೋಹಿತವನ್ನು ವಿಶ್ಲೇಷಿಸಿದರೆ ಬರುವ ಕಪ್ಪುಕಾಯದ ಉಷ್ಣತೆಯು 6740K . ವೀನ್ ಸ್ಥಾನಾಂತರ ನಿಯಮವನ್ನು ಬಳಸಿಕೊಂಡು ಕೂಡ ಸೂರ್ಯನ ಉಷ್ಣತೆಯನ್ನು ಕಂಡುಹಿಡಿಯಬಹುದು. ಇದರಿಂದ ದೊರೆತ ಸರಾಸರಿ ಮೌಲ್ಯವು 6079K.

ಉದಾಹರಣೆಗಳು

1 . ವೀನ್ ಸ್ಥಿರಾಂಕವು 3×10^{-3} m – K ಆಗಿದ್ದು ಸೂರ್ಯರೋಹಿತದಲ್ಲಿನ ಗರಿಷ್ಠ ತರಂಗದೂರವು 550nm ಆಗಿದ್ದರೆ ಸೂರ್ಯನ ಉಷ್ಣತೆಯನ್ನು ಕಂಡುಹಿಡಿಯಿರಿ.

$\lambda_m T =$ ನಿಯತಾಂಕ

ನಿಯತಾಂಕ $= 3 \times 10^{-3}$ m – k

$\lambda_m = 550 \times 10^{-9}$ m

$$\therefore T = \frac{3 \times 10^{-3}}{550 \times 10^{-9}} = 5455K$$

ಸೂರ್ಯನ ಉಷ್ಣತೆ = 5455K

2 . ಒಂದು ಕಪ್ಪುಕಾಯವು a) 400K b) 4000K ಉಷ್ಣತೆಯಲ್ಲಿ ಉತ್ಸರ್ಜಿಸುವ ವಿಕಿರಣ ಶಕ್ತಿಯ ಪ್ರಮಾಣವೆಷ್ಟು? $\sigma = 5.678 \times 10^{-8}$ SIU

(a) $E = \sigma T^4$

$= 5.678 \times 10^{-8} \times (400)^4 = 1452$ w/m^2

(b) $E = \sigma T^4$

$= 5.678 \times 10^{-8} \times (4000)^4 = 14520$ w/m^2

ಅಭ್ಯಾಸ

ಒಂದು ಅಂಕದ ಪ್ರಶ್ನೆಗಳು

1. ಉತ್ಸರ್ಜನ ಮತ್ತು ಹೀರಿಕೆ ಎಂದರೇನು?

2. ರಶ್ಮಿಪ್ರಸಾರಕ್ಕೆ ಮಧ್ಯವರ್ತಿಯ ಅಗತ್ಯವಿದೆಯೇ? ಒಂದು ಉದಾಹರಣೆಯೊಡನೆ ಉತ್ತರಿಸಿ.

3. ವಿಮಾನಗಳಿಗೆ ಸಾಮಾನ್ಯವಾಗಿ ಬಿಳಿಬಣ್ಣ ಏಕೆ ಬಳಿಯುತ್ತಾರೆ?

4. ಪ್ರೆವೊಸ ಹಿಂದಿನವರ ಕಲ್ಪನೆ, ಉಷ್ಣವಹನ ನಿರೂಪಣೆಯಲ್ಲಿ, ಯಾವ ರೀತಿಯಿತ್ತು?

5. ಪ್ಲಾಂಕನ ಸೂತ್ರವನ್ನು ವಿವರಿಸಿ.

6. ಸೌರಸ್ಥಿರಾಂಕದ ಮೌಲ್ಯವೆಷ್ಟು?

ಎರಡು ಅಂಕಗಳ ಪ್ರಶ್ನೆಗಳು

1. ಉತ್ಸರ್ಜನ ಮತ್ತು ಹೀರಿಕೆಯನ್ನು ವಿವರಿಸಿ.

2. ಉತ್ಸರ್ಜನ ಮತ್ತು ಹೀರಿಕೆಯ ಸಾಮರ್ಥ್ಯವನ್ನು ನಿರೂಪಿಸಿ.

3. ಪ್ರೆವೊ ವಿನಿಮಯ ಸಿದ್ಧಾಂತವನ್ನು ಸಂಕ್ಷಿಪ್ತವಾಗಿ ವಿವರಿಸಿ.

4. ಸ್ಟೀಫಾನ್ ನಿಯಮವನ್ನು ಸಂಕ್ಷಿಪ್ತವಾಗಿ ವಿವರಿಸಿ.

5. ಕಿರ್ಕಾಫ್ ನಿಯಮವನ್ನು ಸಂಕ್ಷಿಪ್ತವಾಗಿ ವಿವರಿಸಿ.

6. ವೀನ್ ಸ್ಥಾನಾಂತರ ನಿಯಮವೆಂದರೇನು? ಸೂತ್ರಬರೆದು ವಿವರಿಸಿ.

7. ಸೌರಸ್ಥಿರಾಂಕಕ್ಕೆ ಒಂದು ಸಂಕ್ಷಿಪ್ತ ಟಿಪ್ಪಣಿ ಬರೆಯಿರಿ.

8. ಸೂರ್ಯನ ಉಷ್ಣತೆಯನ್ನು ಅಳೆಯುವ ಎರಡು ವಿಧಾನಗಳನ್ನು ತಿಳಿಸಿ.

ನಾಲ್ಕು ಅಂಕಗಳ ಪ್ರಶ್ನೆಗಳು

1. ಒಂದು ಸಂಪೂರ್ಣ ಕಪ್ಪುಕಾಯದ ಉತ್ಸರ್ಜನ ಮತ್ತು ಹೀರಿಕೆಯನ್ನು ತಿಳಿಯಲು ವಿದ್ಯುತ್ಕಾಂತೀಯ ಅಲೆಗಳ ಅಖಂಡತೆಯ ಕಲ್ಪನೆಗಳ ಬಗ್ಗೆ ಇದ್ದ ಸಿದ್ಧಾಂತಗಳನ್ನು ಸಂಕ್ಷಿಪ್ತವಾಗಿ ತಿಳಿಸಿ.

2. ಪ್ಲಾಂಕ್‌ನಿಯಮ 'ಕ್ವಾಂಟಂ' ಸಿದ್ಧಾಂತಕ್ಕೆ ನಾಂದಿಯಾದ ಬಗೆಗಿನ ಬೆಳವಣಿಗೆಯ ಸ್ಥೂಲಚಿತ್ರಕೊಡಿ.

ಐದು ಅಂಕಗಳ ಲೆಕ್ಕಗಳು

1. 200K ಮತ್ತು 2000K ಉಷ್ಣತೆಯಲ್ಲಿರುವ ಕಪ್ಪುಕಾಯದಿಂದ ಚಿಮ್ಮುವ ವಿಕಿರಣಶಕ್ತಿ ಎಷ್ಟು? $\sigma = 5.672 \times 10^{-8}$ SIU

(90.75 w/m^2, 907.5 w/m^2)

2. ಎರಡು ಏಕಕೇಂದ್ರದ ಕಪ್ಪುಕಾಯದ ಗೋಳಗಳ ಉಷ್ಣತೆ 200K ಮತ್ತು 300K ಆಗಿದೆ. ಎರಡು ಗೋಳಗಳ ಮಧ್ಯದ ಸ್ಥಳವನ್ನು ನಿರ್ವಾತಗೊಳಿಸಿದೆ. ಎರಡು ಗೋಳಗಳ ಮಧ್ಯೆ ವಿನಿಮಯವಾಗುವ ಉಷ್ಣಶಕ್ತಿಯನ್ನು ಕಂಡುಹಿಡಿಯಿರಿ.
($\sigma = 5.672 \times 10^{-8}$ SIU) (368.68 w/m^2)

3. ಸಿರಿಯಸ್ ನಕ್ಷತ್ರದ ಮೇಲ್ಮೈ ಉಷ್ಣತೆ 10×10^3 K. ಸೂರ್ಯನಕ್ಷತ್ರದ ಮೇಲ್ಮೈ ಉಷ್ಣತೆ 6000K. ಸಿರಿಯಸ್ ದೀಪ್ತತೆಗೂ ಸೂರ್ಯ ದೀಪ್ತತೆಗೂ ಇರುವ ಪ್ರಮಾಣವೆಷ್ಟು? (7.716)

[ದೀಪ್ತತೆಯು ಒಂದು ಏಕಮಾನ ವಿಸ್ತೀರ್ಣದಿಂದ ಪ್ರತಿಸೆಕೆಂಡಿಗೆ ಹೊರಹೊಮ್ಮುವ ವಿಕಿರಣಶಕ್ತಿಗೆ ಸಮನಾಗಿರುತ್ತದೆ.]

4. ಸೂರ್ಯ ನಕ್ಷತ್ರವನ್ನು ಒಂದು ಕಪ್ಪುಕಾಯವೆಂದು ಊಹಿಸಿಕೊಂಡು ಮತ್ತು ಮೇಲ್ಮೈ ಉಷ್ಣತೆಯು 6000K ಇದ್ದಾಗ, ಪ್ರತಿ ಚದರಮೀಟರ್‌ನಿಂದ ಪ್ರತಿಸೆಕೆಂಡಿನಲ್ಲಿ ರಶ್ಮಿಪ್ರಸಾರವಾಗುವ ಶಕ್ತಿಎಷ್ಟು? $\sigma = 5.72 \times 10^{-8}$ SIU

(7.413×10^{10} J)

5. 60W ವಿದ್ಯುತ್‌ದೀಪ ಉರಿಯುತ್ತಿರುವಾಗಿನ ಸರಾಸರಿ ಉಷ್ಣತೆ 2900K. ವಿದ್ಯುತ್‌ತಂತಿಯ ಉದ್ದ 0.12m ಮತ್ತು ವ್ಯಾಸ 0.1mm. ತಂತಿಗೆ ಒದಗಿಸಿದ ಸಂಪೂರ್ಣ ಶಕ್ತಿಯು ವಿಕಿರಣವಾಗುತ್ತದೆಂದು ಊಹಿಸಿಕೊಂಡು ಅದರ ಉತ್ಸರ್ಜನಾ ಸಾಮರ್ಥ್ಯವನ್ನು ಕಂಡುಹಿಡಿಯಿರಿ. $\sigma = 5.72 \times 10^{-8}$ SIU

(0.3934)

5.6 ಉಷ್ಣಚಲನೆ (ಥರ್ಮೋಡೈನ್ಯಾಮಿಕ್ಸ್)

ಈ ಪ್ರಕರಣದಲ್ಲಿ ಶಾಖ ಮತ್ತು ಯಾಂತ್ರಿಕ ಶಕ್ತಿಗಳಿಗಿರುವ ಸಂಬಂಧ ಮತ್ತು ಶಕ್ತಿಯ ಬದಲಾವಣೆಗಳನ್ನು ನಿರೂಪಿಸಿದೆ.

ಕಬ್ಬಿಣದ ಗಟ್ಟಿಗಳಲ್ಲಿ ರಂಧ್ರಕೊರೆಯುವಾಗ ಅದು ವಿಪರೀತ ಬಿಸಿಯಾಗುತ್ತಿದ್ದು, ಅದನ್ನು ತಣ್ಣಗಾಗಿಸಲು ಒಂದೇ ಸಮನೆ ತಣ್ಣೀರು ಸುರಿಯುತ್ತಿರಬೇಕಾಗಿತ್ತು. ಅಲ್ಲಿಯವರೆಗೆ ನಂಬಿದ್ದ, 'ಕ್ಯಾಲೊರಿಕ್' ಉಷ್ಣದ್ರವವು ವಸ್ತುವಿನಿಂದ ಹೊರಬರುತ್ತದೆಂಬ ಸಿದ್ಧಾಂತಕ್ಕೆ ವಿರುದ್ಧವಾಗಿ ಯಾಂತ್ರಿಕಶಕ್ತಿಯು ಉಷ್ಣಶಕ್ತಿಯಾಗಿ ಪರಿವರ್ತನೆಗೊಂಡಿದೆ ಎಂಬ ಸಿದ್ಧಾಂತವನ್ನು 1798 ರಲ್ಲಿ ಪ್ರತಿಪಾದಿಸಿದ ಕೀರ್ತಿ ರಮ್‌ಫೊರ್ಡ್‌ನಿಗೆ ಸಲ್ಲುತ್ತದೆ. ಉಷ್ಣದ

ಯಾಂತ್ರಿಕಶಕ್ತಿ ಸಾಮ್ಯ (Mechanical equivalent of heat) ವನ್ನು ಕಂಡುಹಿಡಿಯಲು ಕೂಡ ಆವನು ಪ್ರಯತ್ನಪಟ್ಟಿದ್ದು, ಪಡೆದ ಮೌಲ್ಯವು ಈಗ ಒಪ್ಪಿಕೊಂಡಿರುವ ಮೌಲ್ಯಕ್ಕಿಂತ ತುಂಬಾ ಹೆಚ್ಚಾಗಿತ್ತು.

1849 ರಲ್ಲಿ ಜೂಲ್ ಎಂಬ ಬ್ರಿಟಿಷ್ ವಿಜ್ಞಾನಿ ಅನೇಕ ಪ್ರಯೋಗಗಳ ಸಹಾಯದಿಂದ ಯಾಂತ್ರಿಕ ಶಕ್ತಿಯಿಂದ ಉಷ್ಣಶಕ್ತಿಯ ಉತ್ಪಾದನೆಯನ್ನು ಅಭ್ಯಾಸಮಾಡಿದನು. ಉಷ್ಣದ ಯಾಂತ್ರಿಕ ಶಕ್ತಿಯ ಸಾಮ್ಯವನ್ನು ಕಂಡುಹಿಡಿದು 1847 ರಲ್ಲಿ ಪ್ರಕಟಿಸಿದನು. ಮೊದಲಿಗೆ ವಿಜ್ಞಾನಿಗಳು ಇದನ್ನು ಒಪ್ಪಿಕೊಳ್ಳಲಿಲ್ಲ. ಕೊನೆಗೆ 1849 ರಲ್ಲಿ ಫ್ಯಾರಡೆಯ ಸಹಾಯದಿಂದಾಗಿ, ಲಂಡನ್ನಿನ ಸುಪ್ರಸಿದ್ಧ ರಾಯಲ್ ಸೊಸೈಟಿಯಲ್ಲಿ ತನ್ನ ಸಂಶೋಧನಾ ಪ್ರಬಂಧವನ್ನು ಮಂಡಿಸುವ ಅವಕಾಶ ಜೂಲ್‌ಗೆ ದೊರೆಯಿತು. ಅವನಿಗೆ ಗೌರವ ಸೂಚಕವಾಗಿ, ಕೆಲಸದ ಏಕಮಾನಕ್ಕೆ ಜೂಲ್ ಎಂದು ನಾಮಕರಣಮಾಡಲಾಯಿತು. (1 ಕ್ಯಾಲೊರಿ ಉಷ್ಣ = 4.18 ಜೂಲ್)

ಹಬೆಯಂತ್ರಗಳಿಂದ (Steam engine) ಉಷ್ಣಶಕ್ತಿಯನ್ನು ಯಾಂತ್ರಿಕಶಕ್ತಿಯಾಗಿ ಪರಿವರ್ತನೆಮಾಡಬಹುದೆಂಬ ತಿಳಿವು ಮೂಡಿತು. ಶಾಖವು ಇತರ ಶಕ್ತಿರೂಪಗಳೊಂದಿಗೆ ಹೊಂದಿರುವ ಸಂಬಂಧಗಳನ್ನು ಈ ವಿಭಾಗದಲ್ಲಿ ನಿರೂಪಿಸಲಾಗಿದೆ.

ಶಾಖ ಮತ್ತು ಕೆಲಸಗಳ ಸಂಬಂಧ

ರಮ್‌ಫೊರ್ಡ್ ಮತ್ತು ಜೂಲ್ ನಡೆಸಿದ ಪ್ರಯೋಗಗಳಿಂದ, ವ್ಯಯವಾದ ಕೆಲಸವು ನಿಗದಿಯಾದ ಶಾಖವನ್ನು ಉತ್ಪತ್ತಿಸುವುದೆಂದು ತಿಳಿದುಬಂದಿತು. W ಎಂಬ ಕೆಲಸವು H ಶಾಖವನ್ನು ಉತ್ಪತ್ತಿಸಿದರೆ ; W/H = ನಿಯತ = J. ಶಾಖ ಮತ್ತು ಕೆಲಸಗಳಿಗಿರುವ ಸಂಬಂಧವನ್ನು ಉಷ್ಣಚಲನೆಯ ಮೊದಲನೆಯ ನಿಯಮವೆಂದು ಕರೆಯಲಾಗುತ್ತದೆ.

ಒಂದು ಘಟಕಕ್ಕೆ Q ಶಾಖವನ್ನು ಒದಗಿಸಿದಾಗ ಅದು ಒಂದು ಪ್ರಮಾಣದ ಕೆಲಸ W ಮಾಡುತ್ತದೆ. ಮಾಡಿದ ಕೆಲಸವು ಒದಗಿಸಿದ ಶಾಖಕ್ಕಿಂತ ಕಡಿಮೆಯಾಗಿದ್ದು ಉಳಿದ ಶಾಖವು ಆಂತರಿಕ ಶಕ್ತಿಬದಲಾವಣೆ ಮಾಡುತ್ತದೆ. ಇದನ್ನು ಕ್ಲಾಸಿಯಸ್ (1822 – 1888) ಎಂಬ ಜರ್ಮನ್ ವಿಜ್ಞಾನಿಯು

dq = du + dw ಎಂದು ನಿರೂಪಿಸಿದ್ದಾನೆ.

dq ಎಂಬುದು ಒದಗಿಸಿದ ಶಾಖ, **du** ಎಂಬುದು ಆಂತರಿಕ ಶಕ್ತಿ ಬದಲಾವಣೆ, dw ಎಂಬುದು ಬಾಹ್ಯ ಕಾರ್ಯಾಂಶ.

ಈ ನಿರೂಪಣೆಗಳಿಂದಾಗಿ; **ಉಷ್ಣವು ಬೇರೆ ರೂಪದ ಶಕ್ತಿಯಾಗಿ ಪರಿವರ್ತನೆಗೊಂಡಾಗ ಅಥವಾ ಬೇರೆ ರೂಪದ ಶಕ್ತಿಯು ಉಷ್ಣವಾಗಿ ಪರಿವರ್ತನೆಗೊಂಡಾಗ, ಒಟ್ಟು ಶಕ್ತಿಯು ಸ್ಥಿರವಾಗಿರುತ್ತದೆ.** ಇದು ಶಕ್ತಿ ನಿತ್ಯತ್ವ ನಿಯಮದ ಒಂದು ವಿಶೇಷ ನಿರೂಪಣೆ ಮಾತ್ರ.

ಉಷ್ಣ ಯಂತ್ರಗಳು

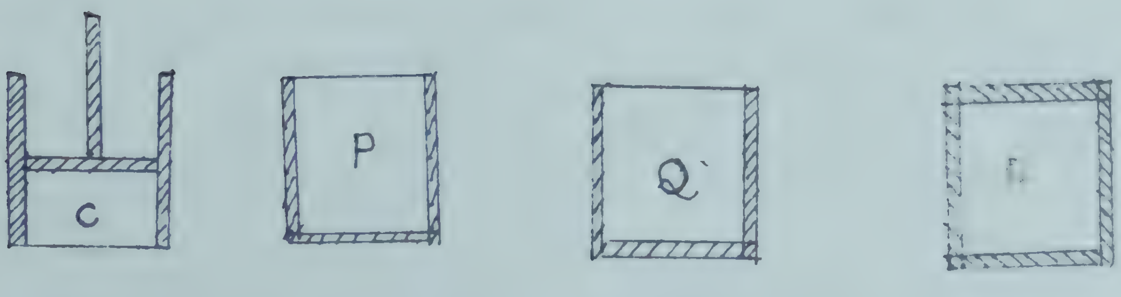
ಅತ್ಯಂತ ಸುಲಭವಾದ ಹಾಗೂ ಶತಮಾನಗಳಿಂದ ಬಳಕೆಯಲ್ಲಿರುವ ಉಷ್ಣಯಂತ್ರವೆಂದರೆ ಗಾಳಿಗಿರಣಿ (windmill). ಇದರ ಗಾಳಿ ಫಲಕಗಳನ್ನು ತಿರುಗಿಸಲು ಬೇಕಾದ ಒತ್ತಡ ವ್ಯತ್ಯಾಸವನ್ನು ಸೂರ್ಯನಿಂದ ಬರುವ ಶಾಖಕಿರಣಗಳು ಒದಗಿಸುತ್ತವೆ. ವಾಯುಮಂಡಲದಲ್ಲಿನ ಉಷ್ಣನಯನ ಪ್ರವಾಹಗಳಿಂದಾಗಿ ಬೇರೆ ಬೇರೆ ಭಾಗಗಳಲ್ಲಿ ಉಷ್ಣತೆಯಲ್ಲಿ ವ್ಯತ್ಯಾಸವುಂಟಾಗಿ, ಗಾಳಿಗಿರಣಿಯ ಫಲಕಗಳ ಸುತ್ತ ಒತ್ತಡ ವ್ಯತ್ಯಾಸ ಸೃಷ್ಟಿಯಾಗುತ್ತದೆ. ಉಷ್ಣಯಂತ್ರದಿಂದ ಕೆಲಸ ಪಡೆಯಬೇಕಾದರೆ ಅದು ಶಾಖಮೂಲ (source)ದಿಂದ ಶಾಖವನ್ನು ಪಡೆಯುವುದರ ಜೊತೆಗೆ, ಸ್ವಲ್ಪಭಾಗವನ್ನು ತ್ಯಜಿಸಬೇಕಾಗುತ್ತದೆ.

ಸುತ್ತಲಿನ ವಸ್ತುಗಳೊಂದಿಗೆ ಉಷ್ಣವನ್ನು ವಿನಿಮಯಮಾಡಿಕೊಳ್ಳುವುದರಿಂದ ಯಾಂತ್ರಿಕ ಕೆಲಸಮಾಡುವ ಯಂತ್ರಕ್ಕೆ ಉಷ್ಣಯಂತ್ರವೆಂದು ಹೆಸರು. ಬಳಕೆಯಲ್ಲಿರುವ ಎಲ್ಲಾ ಉಷ್ಣಯಂತ್ರಗಳೂ ಆದರ್ಶ ಕಾರ್ನೋ ಯಂತ್ರವನ್ನು ಮಾದರಿಯಾಗಿಟ್ಟುಕೊಂಡು ವಿನ್ಯಾಸಗೊಂಡಿವೆ.

ಕಾರ್ನೋಯಂತ್ರ Carnot, Nicolas Le'onard Sadi (kahr-noh')

1769 ರಲ್ಲಿ ಜೇಮ್ಸ್‌ವಾಟ್ ಪರಿಷ್ಕಾರಗೊಳಿಸಿ ಪ್ರಚಲಿತಗೊಳಿಸಿದ್ದ ಹಬೆಯಂತ್ರದ ಕಾರ್ಯದಕ್ಷತೆಯ ಅಭ್ಯಾಸವನ್ನು ಕಾರ್ನೋ (1796–1832) ಮಾಡಿದನು. ಜೇಮ್ಸ್‌ನ ಹಬೆಯಂತ್ರದಲ್ಲಿ ನೂರಕ್ಕೆ 93 ರಿಂದ 95 ರಷ್ಟು ಉಷ್ಣಶಕ್ತಿಯು ವ್ಯರ್ಥವಾಗುತ್ತಿದ್ದು ಕೇವಲ 5 ರಿಂದ 7 ರಷ್ಟು ಮಾತ್ರ ಕೆಲಸವಾಗುತ್ತಿತ್ತು. ಯಂತ್ರದ ಕಾರ್ಯದಕ್ಷತೆಯು ಯಂತ್ರದಲ್ಲಿನ ಉಷ್ಣತೆಯ ವ್ಯತ್ಯಾಸವನ್ನವಂಬಿಸಿರುವುದನ್ನು ಕಾರ್ನೋ ಮೊದಲ ಬಾರಿಗೆ ಪ್ರಾಯೋಗಿಕವಾಗಿ ತೋರಿಸಿದನು. ಹಬೆಯಂತ್ರದಲ್ಲಿ ಹಬೆಯ ಗರಿಷ್ಠಶಾಖದ ಉಷ್ಣತೆ (T_1) ಆಗಿದ್ದು, ತಣ್ಣನೆಯ ನೀರಿನ ಕನಿಷ್ಠ ಉಷ್ಣತೆ T_2 ಆಗಿರುತ್ತದೆ. ಕೆಲಸವಾಗಿ ಪರಿವರ್ತನೆಗೊಳ್ಳಬಹುದಾದ ಉಷ್ಣಶಕ್ತಿಯ ಗರಿಷ್ಠ ಪ್ರಮಾಣವು $(T_1 - T_2) / T_1$ ಆಗಿರುತ್ತದೆ. ಉಷ್ಣಯಂತ್ರದ ಸಾಮರ್ಥ್ಯದ ನಿರ್ಧಾರದಲ್ಲಿ ಉಷ್ಣತೆಯಲ್ಲಿನ ವ್ಯತ್ಯಾಸದ್ದೆ ಪ್ರಮುಖಪಾತ್ರ.

ಕಾರ್ನೋ ಯಂತ್ರದ ಮುಖ್ಯಭಾಗಗಳು ಈ ರೀತಿ ಇರುತ್ತವೆ.



ಚಿತ್ರ 5.6.1

1. C ಎಂಬುದು ಸಿಲಿಂಡರ್, ಇದರ ತಳವು ವಾಹಕ; ಪಕ್ಕಗಳು ಅವಾಹಕಗಳು. ಇದಕ್ಕೆ ಅವಾಹಕದ ಕೊಂತ (Piston) ವಿರುತ್ತದೆ. ಸಿಲಿಂಡರಿನಲ್ಲಿ ಆದರ್ಶ ಅನಿಲವು ಕ್ರಿಯಾವಸ್ತುವಾಗಿರುತ್ತದೆ.

2. P ಎಂಬುದು ಶಾಖಮೂಲ. ಇದು ಹೆಚ್ಚಿನ ಉಷ್ಣತೆ (T_1) ಯಲ್ಲಿರುತ್ತದೆ. ಇದರ ಮೇಲ್ಭಾಗವು ಮಾತ್ರ ವಾಹಕವಾಗಿರುತ್ತದೆ. ಈ ಶಾಖಮೂಲವು ಅನಂತ ಉಷ್ಣಧಾರಕತೆಯನ್ನು ಹೊಂದಿದ್ದು ಅದರ ಉಷ್ಣತೆಯು ನಿಯತವಾಗಿರುತ್ತದೆ.

3. Q ಎಂಬುದು ಶಾಖಕೂಪ (sink). ಇದು T_2 ಎಂಬ ಕಡಿಮೆ ಉಷ್ಣತೆಯಲ್ಲಿರುತ್ತದೆ. ಇದರ ಮೇಲ್ಭಾಗವು ವಾಹಕವಾಗಿರುತ್ತದೆ. ಕ್ರಿಯೆಯನಂತರ ಉಳಿದ ಶಾಖವು ಇದಕ್ಕೆ ಕೊಡಲ್ಪಡುತ್ತದೆ.

4. R ಎಂಬುದು ಕಾಲುಮಣೆ. ಇದಕ್ಕೆ ಅವಾಹಕದ ಮೇಲ್ಭಾಗವಿರುತ್ತದೆ.

ಇದೊಂದು ಆದರ್ಶ ಉಷ್ಣಯಂತ್ರ, ಇದರಲ್ಲಿ ಇತರೆ ಯಂತ್ರಗಳಲ್ಲಿರುವಂತೆ ಘರ್ಷಣೆಯೇ ಮುಂತಾದ ನ್ಯೂನತೆಗಳಿರುವುದಿಲ್ಲ. ಈ ಯಂತ್ರದಲ್ಲಿ ಶಾಖವನ್ನು ನಿಯತವಾದ ಉಷ್ಣತೆ (T_1) ಯಲ್ಲಿ ಹೀರಿಕೊಂಡು ಶಾಖವನ್ನು ನಿಯತವಾದ ಉಷ್ಣತೆ (T_2) ಯಲ್ಲಿ ಶಾಖಕೂಪಕ್ಕೆ ಬಿಡುಗಡೆಮಾಡಲಾಗುತ್ತದೆ. ಇದು ಪ್ರತಿಲೋಮ (Reversible) ಚಕ್ರದಲ್ಲಿ ಕೆಲಸಮಾಡುತ್ತದೆ.

ಯಂತ್ರದ ದಕ್ಷತೆ

ಉಷ್ಣಯಂತ್ರದ ಪ್ರಧಾನ ಉದ್ದೇಶವು ಯಾಂತ್ರಿಕ ಕೆಲಸಮಾಡುವುದಾಗಿದೆ. ಒಟ್ಟು ಉಷ್ಣಶಕ್ತಿಯ ಒಂದು ಭಾಗ ಮಾತ್ರ ಯಾಂತ್ರಿಕ ಕೆಲಸಮಾಡುತ್ತದೆ. ಮಾಡಿದ ಯಾಂತ್ರಿಕ ಕೆಲಸ ಮತ್ತು ಉಪಯೋಗಿಸಿದ ಉಷ್ಣಶಕ್ತಿಯ ಪ್ರಮಾಣವನ್ನು **ಯಂತ್ರದ ದಕ್ಷತೆ** ಎಂದು ಕರೆಯಲಾಗುತ್ತದೆ.

ಉದಾಹರಣೆಗಾಗಿ ಅಂತರ್ದಹನ ಯಂತ್ರವನ್ನು ಹಬೆಯಂತ್ರದೊಡನೆ ಹೋಲಿಸಿದೆ. ಈ ಎರಡೂ ಯಂತ್ರಗಳು ಕೆಲಸಮಾಡುವ ರೀತಿ ಒಂದೇ ಆಗಿರುತ್ತದೆ. ಅಂತರ್ದಹನ ಯಂತ್ರದ ಸಿಲಿಂಡರ್‌ನಲ್ಲಿ ದಹನದಿಂದ ಉತ್ಪತ್ತಿಯಾದ ಅನಿಲಗಳ ಉಷ್ಣತೆಯು ಜಾಸ್ತಿಯಾಗಿರುವುದರಿಂದ (1000° C ಗೂ ಹೆಚ್ಚು) ಇದರ ದಕ್ಷತೆಯು ಹಬೆಯಂತ್ರಕ್ಕಿಂತ ಹೆಚ್ಚಾಗಿರುತ್ತದೆ.

ದಕ್ಷತೆ = ಮಾಡಿದ ಯಾಂತ್ರಿಕಕೆಲಸ / ಉಪಯೋಗಿಸಿದ ಉಷ್ಣಶಕ್ತಿ

ಪ್ರತಿಲೋಮ ಮತ್ತು ಅಪ್ರತಿಲೋಮ ಪ್ರಕ್ರಿಯೆಗಳು

ಒಂದು ಘಟಕವು ಸ್ವಲ್ಪ ಉಷ್ಣವನ್ನು ಹೀರಿಕೊಂಡು ಮತ್ತು ಬಾಹ್ಯ ಕೆಲಸಮಾಡಿ A ಎಂಬ ಸ್ಥಿತಿಯಿಂದ B ಎಂಬ ಸ್ಥಿತಿಯನ್ನು ತಲುಪಲಿ. B ಎಂಬ ಸ್ಥಿತಿಯಿಂದ A ಎಂಬ ಸ್ಥಿತಿಗೆ ಅಷ್ಟೇ ಉಷ್ಣವನ್ನು ಹೊರಚೆಲ್ಲಿ, ಅಷ್ಟೇ ಕೆಲಸ ಮಾಡಿ ಹಿಂದಕ್ಕೆ ಬಂದರೆ, B ಯಿಂದ A ಗೆ ಬರುವುದನ್ನು ಪ್ರತಿಲೋಮ ಪ್ರಕ್ರಿಯೆ ಎಂದು ಕರೆಯಲಾಗುತ್ತದೆ. ಪ್ರತಿಲೋಮ ಪ್ರಕ್ರಿಯೆಯು ಒಂದು ಆದರ್ಶವೇ ಹೊರತು ನಿಜವಾದ ಉಷ್ಣಯಂತ್ರಗಳು ಹೀಗೆ ಕೆಲಸಮಾಡಲಾರವು. ಸಮಉಷ್ಣದಲ್ಲಿ ಮಂದವಾಗಿ ಆಗುವ ವ್ಯಾಕೋಚನ ಅಥವಾ ಸಂಪೀಡನವನ್ನು ಪ್ರತಿಲೋಮ ಪ್ರಕ್ರಿಯೆಗೆ ಉದಾಹರಣೆಯಾಗಿ ತೆಗೆದುಕೊಳ್ಳಬಹುದು.

ನೇರಪ್ರಕ್ರಿಯೆಯಲ್ಲಿನ ಉಷ್ಣ ಮತ್ತು ಕೆಲಸದ ಪರಿಣಾಮವು ಯಂತ್ರವನ್ನು ವಿರುದ್ಧದಿಕ್ಕಿನಲ್ಲಿ ಚಲಿಸಿದಾಗಲೂ ಅಷ್ಟೇ ಪರಿಣಾಮವನ್ನು ವಿರುದ್ಧದಿಕ್ಕಿನಲ್ಲಿ ಬೀರಿದರೆ ಅಂತಹುದನ್ನು ಪ್ರತಿಲೋಮ ಪ್ರಕ್ರಿಯೆಯೆಂದು ಕರೆಯಲಾಗುತ್ತದೆ. ಕಾರ್ನೋ ಯಂತ್ರದಲ್ಲಿ ಶಾಖಮೂಲದಿಂದ ಶಾಖವನ್ನು ಹೀರಿ, ಕೆಲಸವಾದನಂತರ ಉಳಿದದ್ದನ್ನು ಕೂಪಕ್ಕೆ ಕೊಡಲಾಗುತ್ತದೆ. ಯಂತ್ರವನ್ನು ವಿರುದ್ಧವಾಗಿ ಓಡಿಸಿದಾಗ ಕೂಪದಿಂದ ಶಾಖವನ್ನು ಹೀರಿ, ಕೆಲಸವಾದನಂತರ ಮೂಲಕ್ಕೆ ಕೊಡುತ್ತದೆ. ಹೀಗಾಗಿ ಅದೊಂದು ಪ್ರತಿಲೋಮಯಂತ್ರ.

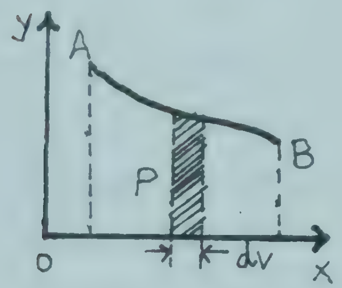
ಒಂದು ಪ್ರಕ್ರಿಯೆಯನ್ನು ವಿರುದ್ಧದಿಕ್ಕಿನಲ್ಲಿ ಚಲಿಸುವಂತೆ ಮಾಡಲಾಗದಿದ್ದರೆ ಅದನ್ನು ಅಪ್ರತಿಲೋಮ(irreversible) ಪ್ರಕ್ರಿಯೆ ಎಂದು ಕರೆಯಲಾಗುತ್ತದೆ. ತ್ವರಿತಗತಿಯಿಂದಾಗುವ ಬದಲಾವಣೆಗಳು; ಘರ್ಷಣೆ, ವಿದ್ಯುತ್ ನಿರೋಧವೇ ಮುಂತಾದ ಕ್ರಿಯೆಗಳೆಲ್ಲಾ ಅಪ್ರತಿಲೋಮ ಪ್ರಕ್ರಿಯೆಗಳಾಗಿರುತ್ತವೆ. ಪ್ರಕೃತಿಯಲ್ಲಿನ ಎಲ್ಲಾ ಬದಲಾವಣೆಗಳೂ ಅಪ್ರತಿಲೋಮ.

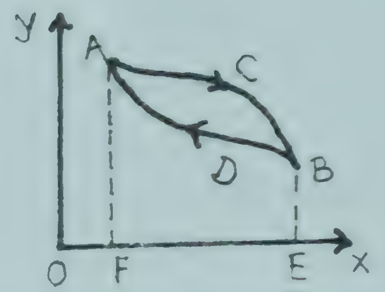
P – V ನಕ್ಷೆ

ಉಷ್ಣಚಲನ ಪ್ರಕ್ರಿಯೆಯಲ್ಲಿ ಪಡೆಯಲಾಗುವ ಕೆಲಸವನ್ನು ಕಂಡುಹಿಡಿಯಲು ಒತ್ತಡ (P) ಮತ್ತು ಗಾತ್ರ (V) ವನ್ನೊಳಗೊಂಡ P–V ನಕ್ಷೆಯನ್ನು ಪರಿಣಾಮಕಾರಿಯಾಗಿ ಬಳಸಬಹುದು. ಇದನ್ನು ಸೂಚಕನಕ್ಷೆ(indicator diagram) ಎಂದೂ ಕರೆಯಲಾಗುತ್ತದೆ. ಕಾರ್ನೊ ಉಷ್ಣಯಂತ್ರದ ಸಿಲಿಂಡರಿನಲ್ಲಿನ ಅನಿಲವು ವಿಕಾಸಗೊಂಡಾಗ ಆಗುವ ಕೆಲಸವನ್ನು ಚಿತ್ರ 5.6.2 ರಲ್ಲಿ ತೋರಿಸಿದೆ. ಅನಿಲವು A ಎಂಬ ಸ್ಥಿತಿಯಿಂದ B ಎಂಬ ಸ್ಥಿತಿಯನ್ನು ತಲುಪುವುದನ್ನು AB ನಕ್ಷೆಸೂಚಿಸುತ್ತದೆ. ಅನಿಲದ ವಿಕಾಸದಿಂದಾಗಿ ಕೊಂತವು dx ದೂರ ಸರಿದರೆ, ಗಾತ್ರದಲ್ಲಾಗುವ ಬದಲಾವಣೆ $dv = adx$. ಇಲ್ಲಿ a ಕೊಂತದ ವಿಸ್ತೀರ್ಣ ಅನಿಲದ ಒತ್ತಡವು P ಆಗಿದ್ದಲ್ಲಿ,

ನಡೆದ ಕೆಲಸ $\delta w = Padx = Pdv$; ಇದನ್ನು ಚಿತ್ರದಲ್ಲಿ ಗೆರೆಗಳು ಎಳೆದಿರುವ ಭಾಗದಲ್ಲಿ ತೋರಿಸಿದೆ. AB ನಕ್ಷೆಯ ಕೆಳಗಿನ ಭಾಗವು ಅನೇಕ ಸಣ್ಣ ಸಣ್ಣ

ಆಯತಗಳಿಂದಾಗಿದೆ ಎಂದು ಊಹಿಸಿದರೆ, AB ಸೃಷ್ಟಿಸುವ ವಿಸ್ತೀರ್ಣವು ಅನಿಲವು ಮಾಡಿದ ಕೆಲಸವನ್ನು ಸೂಚಿಸುತ್ತದೆ.





ಚಿತ್ರ 5.6.2

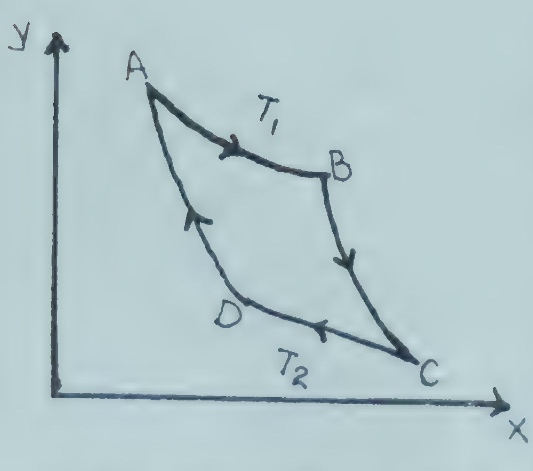
ಉಷ್ಣಯಂತ್ರವು ಹೀರಿಕೊಂಡ ಅಥವಾ ತ್ಯಜಿಸಿದ ಉಷ್ಣ (Q) ಮತ್ತು ಮಾಡಿದ ಕೆಲಸ (W) ಗಳು ಘಟಕದ ಸ್ಥಿತಿಯನ್ನು, ಅಂದರೆ ಕ್ರಿಯಾವಸ್ತುವು ಸಂಪೀಡನ ಸ್ಥಿತಿಯಲ್ಲಿದೆಯೇ ಅಥವಾ ವಿಕಾಸಗೊಂಡಿದೆಯೆ ಎಂಬುದನ್ನು ಅವಲಂಬಿಸಿಲ್ಲ. ಅದು ಕೇವಲ ಕ್ರಿಯಾವಸ್ತುವಿನಮೇಲಾಗುವ ಪ್ರಕ್ರಿಯೆ (process) ಯನ್ನು ಅವಲಂಬಿಸಿದೆ. ಚಕ್ರೀಯ (cyclic) ಪ್ರಕ್ರಿಯೆಯಲ್ಲಿ ಸುತ್ತುಗಟ್ಟಾದ ACBDA ನ ವಿಸ್ತೀರ್ಣವು ಒಟ್ಟು ಕೆಲಸವನ್ನು ಸೂಚಿಸುತ್ತದೆ. (ಚಿತ್ರ5.6.2b)

ವಿಸ್ತೀರ್ಣ ACBEFA (ACB ದಾರಿಗೆ) ಘಟಕವು ಮಾಡಿದ ಕೆಲಸವನ್ನು ಸೂಚಿಸುತ್ತದೆ.

ವಿಸ್ತೀರ್ಣ BEFADB (BDA ದಾರಿಗೆ) ಘಟಕದ ಮೇಲಾದ ಕೆಲಸ ಸೂಚಕ.

∴ ಎರಡೂ ವಿಸ್ತೀರ್ಣಗಳ ವ್ಯತ್ಯಾಸ ACBDA (ನಡೆದ ಕೆಲಸ)

ಕಾರ್ನೋ ಚಕ್ರ



ಕಾರ್ನೋಯಂತ್ರದಲ್ಲಿ ಕ್ರಿಯಾವಸ್ತುವನ್ನು ಪ್ರತಿಲೋಮ ಆವರ್ತದಲ್ಲಿ ಸ್ಥಿರ ಉಷ್ಣತೆ ಮತ್ತು ಸಮೋಷ್ಣ ಸ್ಥಿತಿಯಲ್ಲಿ ಸುತ್ತಿಸುವ ಪ್ರಕ್ರಿಯೆಗೆ ಕಾರ್ನೋ ಚಕ್ರವೆಂದು ಹೆಸರು.

ಅನಿಲವು ಮೂಲದಿಂದ ಶಾಖವನ್ನು ಹೀರಿಕೊಂಡು, ವಿಕಾಸಗೊಂಡು, ಕೊಂತವನ್ನು ನೂಕುತ್ತದೆ. ಆಗ ಉಪಯುಕ್ತ ಕೆಲಸ ನಡೆಯುತ್ತದೆ. ಉಳಿದ ಶಾಖವನ್ನು ಕೂಪಕ್ಕೆ ತಳ್ಳಲಾಗುತ್ತದೆ. ಈ ಕ್ರಿಯೆಯಲ್ಲಿ ನಡೆಯುವ ಗಾತ್ರ ಮತ್ತು ಒತ್ತಡ ಬದಲಾವಣೆಗಳನ್ನು ಚಿತ್ರ 5.6.3 ರಲ್ಲಿ ತೋರಿಸಲಾಗಿದೆ. ಈ ಚಿತ್ರಕ್ಕೆ PV ನಕ್ಷೆ ಅಥವಾ PV ಸೂಚಕನಕ್ಷೆ ಎನ್ನಲಾಗುತ್ತದೆ. ಯಂತ್ರದ ನಾಲ್ಕು ಕ್ರಿಯಾಹಂತಗಳು ಕೆಳಗೆ ಕಂಡಂತಿರುತ್ತವೆ.

1. ಸಿಲಿಂಡರನ್ನು ಶಾಖಮೂಲದ ಮೇಲಿಡಬೇಕು. ಅನಿಲವು T_1 ಉಷ್ಣತೆಯಲ್ಲಿ Q_1 ಶಾಖವನ್ನು ಹೀರಿಕೊಂಡು, ವಿಕಾಸಗೊಂಡು ಕೆಲಸವನ್ನು ನಡೆಸುತ್ತದೆ AB ಸ್ಥಿರೋಷ್ಣತಾರೇಖೆಯು ಇದನ್ನು ಸೂಚಿಸುತ್ತದೆ.

2. ನಂತರ ಸಿಲಿಂಡರನ್ನು R ಎಂಬ ಮಣೆಯ ಮೇಲಿಟ್ಟು ವಿಕಾಸವನ್ನು ಮುಂದುವರಿಸಬೇಕು. ಇದು ಸಮೋಷ್ಣ ವಿಕಾಸ. ಉಷ್ಣತೆಯು T_2 ಗೆ ಇಳಿಯುತ್ತದೆ. BC ಎಂಬ ಸಮೋಷ್ಣರೇಖೆಯು ಈ ವಿಕಾಸವನ್ನು ಸೂಚಿಸುತ್ತದೆ.

3. ಈಗ ಸಿಲಿಂಡರನ್ನು ಕೂಪದ ಮೇಲಿಟ್ಟು ಅನಿಲವನ್ನು ಸಂಪೀಡನೆಗೊಳಿಸಬೇಕು. CD ಸಮೋಷ್ಣತೆಯಲ್ಲಿ (T_2) ಆದ ಒತ್ತಡವನ್ನು ಸೂಚಿಸುತ್ತದೆ. ಈ ಕ್ರಿಯೆಯಲ್ಲಿ Q_2 ಶಾಖವು ಕೂಪಕ್ಕೆ ಕೊಡಲ್ಪಟ್ಟಿದೆ.

4. ಕೊನೆಯದಾಗಿ ಸಿಲಿಂಡರನ್ನು ಮಣೆಯಮೇಲಿಟ್ಟು ಸಂಪೀಡನೆಯನ್ನು ಮುಂದುವರಿಸಿದರೆ, ಉಷ್ಣತೆ ಹೆಚ್ಚಿ ಕ್ರಿಯಾವಸ್ತುವು ಮೊದಲಿನ ಸ್ಥಿತಿಗೇ ಬರುತ್ತದೆ. DA ಎಂಬುದು ಸಮೋಷ್ಣ ಸಂಪೀಡನೆಯನ್ನು ಸೂಚಿಸುತ್ತದೆ.

ಈ ರೀತಿಯ ನಾಲ್ಕು ಕ್ರಿಯಾಹಂತಗಳು ಚಕ್ರೀಯವಾಗಿ ಪೂರ್ಣಗೊಳ್ಳುವುದನ್ನು 'ಕಾರ್ನೋ ಚಕ್ರ' ಎಂದು ಕರೆಯಲಾಗುತ್ತದೆ.

ಕಾರ್ನೋಯಂತ್ರದ ದಕ್ಷತೆ

ಈ ಹಿಂದೆ ತಿಳಿಸಿದಂತೆ ಚಕ್ರೀಯ ಪ್ರಕ್ರಿಯೆಯಲ್ಲಿ ಸುತ್ತುಗಟ್ಟಾದ ABCDA ನ ವಿಸ್ತೀರ್ಣವು ಯಂತ್ರದಿಂದ ದೊರೆತ ಒಟ್ಟು ಕೆಲಸವನ್ನು ಸೂಚಿಸುತ್ತದೆ. ಈ ಕೆಲಸವು ಒಟ್ಟಾರೆ ಹೀರಿಕೊಂಡ ಶಾಖಕ್ಕೆ ಸಮನಾಗಿರಬೇಕು. ಅಂದರೆ,

ಒಟ್ಟು ಕೆಲಸ $= Q_1 - Q_2$

ಶಾಖಮೂಲದಿಂದ T_1 ಉಷ್ಣತೆಯಲ್ಲಿ ಪಡೆದುಕಂಡ ಶಾಖ $= Q_1$

$\therefore$ ದಕ್ಷತೆ $= (Q_1 - Q_2) / Q_1 = 1 - Q_2 / Q_1$

ಕಾರ್ನೋಯಂತ್ರದ ದಕ್ಷತೆಯು ಉಷ್ಣತಾ ಪರಿಮಿತಿಗಳನ್ನು ಅನುಸರಿಸಿರುವುದರಿಂದ ಇದನ್ನೇ ಮೂಲವಾಗಿಟ್ಟುಕೊಂಡು ಉಷ್ಣತೆಗಳನ್ನು ಅಳೆಯಬಹುದು, ಇಂತಹ ಉಷ್ಣತಾಪಟ್ಟಿಗೆ, ಉಷ್ಣಚಲನೆಯ ಪಟ್ಟಿ ಎನ್ನುತ್ತಾರೆ. ಕಾರ್ನೋಯಂತ್ರದ ದಕ್ಷತೆಯು ಕ್ರಿಯಾವಸ್ತು (working substance) ವನ್ನು ಅವಲಂಬಿಸಿಲ್ಲವಾದ್ದರಿಂದ,

$Q_2/Q_1 = T_2/T_1$ ಎಂದು ಸಾಧಿಸಬಹುದು.

ಇದರಿಂದಾಗಿ ದಕ್ಷತೆ $= (Q_1 - Q_2) / Q_1 = (T_1 - T_2) / T_1 = 1 - T_2 / T_1$

ಇಲ್ಲಿ T_1 ಮತ್ತು T_2 ಶಾಖಮೂಲದ ಮತ್ತು ಕೂಪದ ಉಷ್ಣತೆಯನ್ನು ನಿರಪೇಕ್ಷ (absolute) ಪಟ್ಟಿಯಲ್ಲಿ ಕೊಟ್ಟಿದೆ. ಇದಕ್ಕೆ ಕೆಲ್ವಿನ್ನನ ನಿರಪೇಕ್ಷ ಉಷ್ಣತಾಪಟ್ಟಿ ಎಂದು ಹೆಸರು.

[Thomson Sir Joseph John (ಕೆಲ್ವಿನ್)1856–1940 ಇಲೆಕ್ಟ್ರಾನ್ ಬಗೆಗಿನ ಸಂಶೋಧನೆಗಾಗಿ 1906 ರಲ್ಲಿ ನೊಬೆಲ್ ಬಹುಮಾನ ಬಂತು]

ಉಷ್ಣಚಲನೆಯ ಮೊದಲನೆಯ ನಿಯಮದಲ್ಲಿ ಶಾಖದಿಂದ ಯಾಂತ್ರಿಕಶಕ್ತಿ ಮತ್ತು ಯಾಂತ್ರಿಕಶಕ್ತಿಯಿಂದ ಶಾಖವನ್ನು ಪಡೆಯಬಹುದೆಂಬುದನ್ನು ತಿಳಿಸಲಾಗಿದೆ. ಆದರೆ(i) ಶಾಖವು ಹೆಚ್ಚು ಉಷ್ಣತೆಯಿರುವ ವಸ್ತುವಿನಿಂದ ಕಡಿಮೆ ಉಷ್ಣತೆಯಿರುವ ವಸ್ತುವಿನತ್ತ ಮಾತ್ರ ಹರಿಯುವದೇತಕ್ಕೆ? (ii) ಉಷ್ಣಯಂತ್ರದಲ್ಲಿ ಶಾಖವನ್ನು ಸಂಪೂರ್ಣವಾಗಿ ಯಾಂತ್ರಿಕ ಶಕ್ತಿಯಾಗಿ ಏಕೆ ಪರಿವರ್ತಿಸಲಾಗುವುದಿಲ್ಲ? ಎಂಬ ಸಹಜ ಪ್ರಶ್ನೆಗಳಿಗೆ ಮೊದಲನೆಯ ನಿಯಮದಲ್ಲಿ ಉತ್ತರಗಳಿಲ್ಲ. ಉಷ್ಣಚಲನೆಯ ಎರಡನೆಯ ನಿಯಮವು ಈ ಪ್ರಶ್ನೆಗಳಿಗೆ ಉತ್ತರ ನೀಡುತ್ತದೆ. ಶಾಖವು ಯಾವಾಗಲೂ ಅಧಿಕ ಉಷ್ಣತೆಯಿಂದ ಅಲ್ಪ ಉಷ್ಣತೆಯ ಕಡೆಗೆ ಹರಿಯುತ್ತದೆ. ಈ ಅಂಶವನ್ನು ಕ್ಲಾಸಿಯಸ್ ಎಂಬ ವಿಜ್ಞಾನಿಯು ನಿಯಮದ ರೂಪದಲ್ಲಿ ಹೀಗೆ ಹೇಳಿದ್ದಾನೆ: ಅಲ್ಪ ಉಷ್ಣತೆಯ ವಸ್ತುವಿನಿಂದ ಅಧಿಕ ಉಷ್ಣತೆಯ ವಸ್ತುವಿಗೆ ಶಾಖವನ್ನು ಸ್ವಯಂಚಾಲಿತವಾದ ಯಾವ ಯಂತ್ರವೂ ಬಾಹ್ಯ ಸಹಾಯವಿಲ್ಲದೆ ಒಯ್ಯಲಾರದು. ಅಥವಾ, ಶಾಖವು ತನ್ನಷ್ಟಕ್ಕೆ ತಾನೆ ತಣ್ಣಗಿರುವ ಪದಾರ್ಥದಿಂದ ಬೆಚ್ಚಗಿರುವ ಪದಾರ್ಥಕ್ಕೆ ಹರಿಯಲಾರದು. ಇದನ್ನೇ ಲಾರ್ಡ್ ಕೆಲ್ವಿನ್: ಯಾವುದೇ ವಸ್ತುವನ್ನು ತನ್ನ ಸುತ್ತಲಿನ ಕನಿಷ್ಠ ಉಷ್ಣತೆಗಿಂತ ಕಡಿಮೆ ಉಷ್ಣತೆಯಿರುವಂತೆ ತಣ್ಣಗಾಗಿಸಿ ಅದರಿಂದ ನಿರಂತರವಾಗಿ ಕೆಲಸವನ್ನು ಪಡೆಯುವುದು ಅಸಾಧ್ಯ ಎಂದು ಹೇಳಿದ್ದಾನೆ.

ಉದಾಹರಣೆಗಳು

1. ಪ್ರತಿಲೋಮ ಯಂತ್ರದ ದಕ್ಷತೆಯು 0.5 ಆಗಿದೆ. ಕೂಪದ ಉಷ್ಣತೆಯನ್ನು 100 ಡಿಗ್ರಿ ಮೂಲಕ ಹೆಚ್ಚಿಸಿದಾಗ ದಕ್ಷತೆಯು $\frac{1}{3}$ ಆಗುತ್ತದೆ. ಶಾಖಮೂಲ ಮತ್ತು ಕೂಪಗಳ ಉಷ್ಣತೆಯನ್ನು ಕಂಡುಹಿಡಿಯಿರಿ.

T_1 ಮತ್ತು T_2 ಎಂಬವು ಮೂಲ ಮತ್ತು ಕೂಪದ ಉಷ್ಣತೆಗಳಾಗಿರಲಿ.

$n = (T_1 - T_2) / T_1 = ½ \therefore T_1 - T_2 = T_1 /2$

$\eta^1 = \{T_1 - (T_2 + 100)\}/ T_1 = 1/3$

$\therefore T_1 - T_2 - 100 = T_1 / 3$

ಅಥವಾ $T_1 / 2 - 100 = T_1 / 3$ $\therefore T_1 = 600K$

$T_2 = 300K$

2. ಹಬೆಬಿಂದು ಮತ್ತು ಹಿಮಬಿಂದು ಉಷ್ಣತೆಗಳ ನಡುವೆ ಕೆಲಸಮಾಡುವ ಕಾರ್ನೋಯಂತ್ರದ ದಕ್ಷತೆ ಎಷ್ಟು?

$T_1 = 273 + 100 = 373K$ $n = 1 - T_2 / T_1 = 1 - \frac{273}{373} = 100/373$

$T_2 = 273 + 10 = 273K$

% ದಕ್ಷತೆ = 100/373 x 100 = 26.81%

ಅಭ್ಯಾಸ

ಒಂದು ಅಂಕದ ಪ್ರಶ್ನೆಗಳು

1. ಶಾಖ ಮತ್ತು ಕೆಲಸಕ್ಕೆ ಸಂಬಂಧಿಸಿದ ಕ್ಲಾಸಿಯಸ್ ಸೂತ್ರ ಬರೆಯಿರಿ.
2. ಉಷ್ಣಯಂತ್ರವೆಂದರೇನು?
3. ಯಂತ್ರದ ದಕ್ಷತೆ ಎಂದರೇನು?
4. ಕಾರ್ನೋಯಂತ್ರದ ದಕ್ಷತೆಯನ್ನು ತಿಳಿಸುವ ಸೂತ್ರ ಬರೆಯಿರಿ.

ಎರಡು ಅಂಕಗಳ ಪ್ರಶ್ನೆಗಳು

1. ಶಾಖ ಮತ್ತು ಕೆಲಸಗಳ ಸಂಬಂಧವನ್ನು ವಿವರಿಸಿ.
2. ಉಷ್ಣಯಂತ್ರದ ದಕ್ಷತೆಯನ್ನು ವಿವರಿಸಿ.
3. ಪ್ರತಿಲೋಮ ಪ್ರಕ್ರಿಯೆ ಎಂದರೇನು? ವಿವರಿಸಿ.
4. ಅಪ್ರತಿಲೋಮ ಪ್ರಕ್ರಿಯೆ ಎಂದರೇನು? ವಿವರಿಸಿ.

ನಾಲ್ಕು ಅಂಕಗಳ ಪ್ರಶ್ನೆಗಳು

1. ಕಾರ್ನೋಯಂತ್ರದ ರಚನೆ ಮತ್ತು ಕ್ರಿಯೆಯನ್ನು ವಿವರಿಸಿ.
2. P – V ನಕ್ಷೆ ಬರೆದು ಅದರಿಂದಾಗುವ ಉಪಯೋಗಗಳನ್ನು ತಿಳಿಸಿ.
3. ಕಾರ್ನೋ ಚಕ್ರವನ್ನು ವಿವರಿಸಿ.

ಐದು ಅಂಕಗಳ ಪ್ರಶ್ನೆಗಳು

1. ಒಂದು ಕಾರ್ನೋಯಂತ್ರವು 0.4 ದಕ್ಷತೆಯನ್ನು ಹೊಂದಿದೆ. ಕೂಪದ ಉಷ್ಣತೆಯನ್ನು 60° C ಹೆಚ್ಚಿಸಿದರೆ ದಕ್ಷತೆಯು 0.2 ಆಗುತ್ತದೆ. ಮೂಲ ಮತ್ತು ಕೂಪಗಳ ಉಷ್ಣತೆಗಳನ್ನು ಕಂಡುಹಿಡಿಯಿರಿ. (300K, 180K)

2. 127° C ಮತ್ತು 27 ° C ನಡುವೆ ಕೆಲಸಮಾಡುತ್ತಿರುವ ಕಾರ್ನೋಯಂತ್ರದ ಶೇಕಡಾವಾರು ದಕ್ಷತೆ ಎಷ್ಟು? (25%)

3. ಕೂಪದ ಉಷ್ಣತೆ 7° C ಇರುವ ಕಾರ್ನೋಯಂತ್ರದ ದಕ್ಷತೆ 50% ಅದರ ದಕ್ಷತೆಯನ್ನು 70% ಮಾಡಬೇಕಾಗಿದೆ. ಹಾಗಾದರೆ ಶಾಖಮೂಲದ ಉಷ್ಣತೆಯನ್ನು ಎಷ್ಟು ಕೆಲ್ವಿನ್ ಹೆಚ್ಚಿಸಬೇಕು? (280K)

4. ಒಬ್ಬ ಯಂತ್ರನಿರ್ಮಾಪಕನು 600K ಮತ್ತು 300K ಉಷ್ಣತೆಯಲ್ಲಿ ಕೆಲಸಮಾಡುವ ತಾನು ನಿರ್ಮಿಸಿದ ಯಂತ್ರದ ದಕ್ಷತೆಯು 52% ಇದೆಯೆಂದು ಜಾಹೀರಾತುಪಡಿಸುತ್ತಾನೆ. ಅವನ ಹೇಳಿಕೆ ಎಷ್ಟರಮಟ್ಟಿಗೆ ಸತ್ಯ?

5. ಒಂದು ಥರ್ಮೊಡೈನಾಮಿಕ್ಸ್ ವ್ಯವಸ್ಥೆಯು 20.75J ಸರಿಸಮಾನವಾದಷ್ಟು ಶಾಖವನ್ನು ಹೀರಿಕೊಂಡು 9.8 J ನಷ್ಟು ಕೆಲಸಮಾಡುತ್ತದೆ. ಅದರ ಆಂತರಿಕ ಶಕ್ತಿಯಲ್ಲಾದ ಹೆಚ್ಚಳವೆಷ್ಟು? (10.95J)

೬

ಜ್ಯಾಮಿತೀಯ ದ್ಯುತಿ ಪ್ರಕರಣ

6.1 ಬೆಳಕು ಮತ್ತು ಅದರ ಸ್ವರೂಪ

ಬೆಳಕು, ಶಾಖದಂತೆಯೇ ಶಕ್ತಿಯ ಇನ್ನೊಂದು ರೂಪ. ಕಣ್ಣಿನಿಂದ ವಸ್ತುಗಳನ್ನು ನೋಡಲು ನೆರವಾಗುವ ಶಕ್ತಿಯ ರೂಪವೇ ಬೆಳಕು. ಪರಿಸರದಲ್ಲಿ ಕಾಣುವ ವರ್ಣವೈವಿಧ್ಯಕ್ಕೆ ಕಾರಣ ಬೆಳಕು. ವ್ಯೋಮಾಂತರಾಳದಲ್ಲಿ ಕಾಣುವ ಸೂರ್ಯ, ಚಂದ್ರ, ನಕ್ಷತ್ರಗಳೇ ಮೊದಲಾದ ಆಕಾಶಕಾಯಗಳನ್ನು ನೋಡಲು ಸಾಧ್ಯವಾದದ್ದು ಅವುಗಳಿಂದ ಬರುತ್ತಿರುವ ಬೆಳಕಿನಿಂದಾಗಿ.

ಸೂರ್ಯನಕ್ಷತ್ರವೂ ಸೇರಿದಂತೆ ಉಳಿದ ನಕ್ಷತ್ರಗಳು, ಮಿಣುಕು ಹುಳುಗಳು, ಮಾನವನಿರ್ಮಿತ ದೀಪಗಳು ಬೆಳಕನ್ನು ಕೊಡುತ್ತವೆ. ಇವುಗಳಿಗೆ ಸ್ವಯಂಪ್ರಕಾಶವಿದೆ. ಗಿಡ, ಮರ, ಹೂವು, ಜಡವಸ್ತುಗಳು ಮತ್ತು ಬಹುಪಾಲು ಸಜೀವ ವಸ್ತುಗಳಿಗೆ ಸ್ವಯಂಪ್ರಕಾಶವಿಲ್ಲ. ಅವುಗಳ ಮೇಲೆ ಬೆಳಕು ಬಿದ್ದಾಗ ಮಾತ್ರ ಅವು ಗೋಚರಿಸುತ್ತವೆ. ಚಂದ್ರನಿಗೆ ಕೂಡ ಸ್ವಯಂಪ್ರಕಾಶವಿಲ್ಲ. ಒಟ್ಟಿನಲ್ಲಿ ಬೆಳಕಿನ ನೆರವಿನಿಂದ ನಾವು ವಸ್ತುಗಳನ್ನು ನೋಡುತ್ತೇವೆಯೇ ಹೊರತು ಬೆಳಕನ್ನೇ ನೋಡಲಾರೆವು. ಈ ಕಾರಣದಿಂದಾಗಿ ಪದಾರ್ಥಗಳ ಮೇಲೆ ಬೆಳಕಿನ ಪರಿಣಾಮದ ಅಭ್ಯಾಸ ಮುಖ್ಯವಾಗುತ್ತದೆ.

ದ್ಯುತಿ ಮಧ್ಯವರ್ತಿ: ಬೆಳಕು, ಯಾವುದೇ ಪದಾರ್ಥದ ಮೇಲೆ ಬೀಳುವುದಕ್ಕೆ ಮೊದಲು, ಪ್ರವಹಿಸುವ ಮಧ್ಯವರ್ತಿಯು ಅದು ಬೀರುವ ಪರಿಣಾಮದ ಅಭ್ಯಾಸಕ್ಕೆ ಮುಖ್ಯವಾಗುತ್ತದೆ. ಉದಾಹರಣೆಗೆ ಸೂರ್ಯನಿಂದ ಹೊರಟ ಬೆಳಕು ಭೂಮಿಯನ್ನು ತಲುಪುವ ದಾರಿ ಬಹುಮಟ್ಟಿಗೆ ಶೂನ್ಯಪ್ರದೇಶವಾಗಿದೆ. ಈ ಮಧ್ಯವರ್ತಿಯಲ್ಲಿ ಬೆಳಕಿನ ವೇಗ ಗರಿಷ್ಠ ಪ್ರಮಾಣದ್ದಾಗಿರುತ್ತದೆ. ಬೇರೆ ಮಧ್ಯವರ್ತಿಗಳ ಮೂಲಕ ಹಾದು ಹೋಗುವಾಗ ಅದರ ವೇಗ ತಗ್ಗುತ್ತದೆ.

ವಸ್ತುಗಳ ಮೇಲೆ ಬೆಳಕು ಬಿದ್ದಾಗ ಅವು ವರ್ತಿಸುವ ರೀತಿಯನ್ನನುಸರಿಸಿ ಅವುಗಳನ್ನು ಮೂರು ಗುಂಪುಗಳಾಗಿ ವಿಂಗಡಿಸಲಾಗಿದೆ.

(i) **ಪಾರದರ್ಶಕಗಳು**: ಬೆಳಕು ಸುಲಭವಾಗಿ ಹಾದುಹೋಗಬಹುದಾದ ವಸ್ತುಗಳಿಗೆ **ಪಾರದರ್ಶಕಗಳೆಂದು** ಹೆಸರು. ಉದಾಹರಣೆಗೆ ಗಾಜು. ಯಾವುದೇ ವಸ್ತುವಿನ

ಬೆಳಕು ಬಿದ್ದಾಗ ಅದರ ಸ್ವಲ್ಪ ಭಾಗವು ಪ್ರತಿಫಲನಗೊಳ್ಳುತ್ತದೆ. ಸ್ವಲ್ಪಭಾಗವು ವಸ್ತುವಿನಿಂದ ಹೀರಲ್ಪಡುತ್ತದೆ. ಉಳಿದ ಭಾಗವು ಅದರ ಮೂಲಕ ಹಾದುಹೋಗುತ್ತದೆ. ಉತ್ತಮ ಪಾರದರ್ಶಕದಲ್ಲಿ ಪ್ರತಿಫಲನಗೊಳ್ಳುವ ಹಾಗೂ ಹೀರಲ್ಪಡುವ ಭಾಗವು ಅತಿಕಡಿಮೆ ಇದ್ದು, ಅತಿಹೆಚ್ಚಿನ ಬೆಳಕು ಸರಾಗವಾಗಿ ಹಾದುಹೋಗುತ್ತದೆ.

(ii) **ಅರೆಪಾರದರ್ಶಕ:** ಇಂತಹ ವಸ್ತುಗಳಲ್ಲಿ ಪ್ರತಿಫಲನಗೊಳ್ಳುವ ಅಥವಾ ಹೀರಲ್ಪಡುವ ಬೆಳಕಿನ ಭಾಗವು ಹೆಚ್ಚಾಗಿದ್ದು ಸ್ವಲ್ಪ ಭಾಗ ಬೆಳಕು ಮಾತ್ರ ಹಾದುಹೋಗುತ್ತದೆ. ಇದರ ಮೂಲಕ ನೋಡಿದ ವಸ್ತು ಮಬ್ಬಾಗಿ ಕಾಣುತ್ತದೆ.

ಉದಾಹರಣೆಗೆ ಉಜ್ಜಿದ ಗಾಜು, ಎಣ್ಣೆಹಚ್ಚಿದ ಕಾಗದ ಇತ್ಯಾದಿ.

(iii) **ಅಪಾರದರ್ಶಕಗಳು:** ಇವುಗಳ ಮೂಲಕ ಬೆಳಕು ಪ್ರವಹಿಸುವುದಿಲ್ಲವಾದ್ದರಿಂದ ಇವು ಮಧ್ಯೆ ಇರುವಾಗ ವಸ್ತುಗಳನ್ನು ನೋಡಲಾಗುವುದಿಲ್ಲ.

ಉದಾಹರಣೆಗೆ; ಮರ, ಕಲ್ಲು, ಹಲಗೆ ಇತ್ಯಾದಿ.

ಇಲ್ಲಿಯವರೆಗೆ ಬಣ್ಣವಿಲ್ಲದ ಪಾರದರ್ಶಕ ವಸ್ತುಗಳನ್ನೂ ಹಾಗೂ ಅಪಾರದರ್ಶಕವಸ್ತುಗಳನ್ನು ಮಾತ್ರ ಗಣನೆಗೆ ತೆಗೆದುಕೊಳ್ಳಲಾಗಿದೆ. ಹಸಿರು ಗಾಜಿನ ಮೂಲಕ ನೋಡಿದಾಗ ಹಸಿರುಬಣ್ಣ ಮಾತ್ರ ಕಾಣುವುದೇಕೆ? ಹಸಿರು ಗಾಜು ತನ್ನ ಮೇಲೆ ಬಿದ್ದ ಬೆಳಕಿನಲ್ಲಿ ಹಸಿರು ಭಾಗವನ್ನು ಬಿಟ್ಟು ಮಿಕ್ಕ ಎಲ್ಲ ಭಾಗವನ್ನು ಹೀರಿಬಿಡುತ್ತದೆ. ನೀಲಿ ಬಣ್ಣದ ಗಾಜಿನ ಮೂಲಕ ಬರುವ ಬೆಳಕು ನೀಲಿಯಾಗಿರುವುದಕ್ಕೂ ಇದೇ ಕಾರಣ. ಅಪಾರದರ್ಶಕ ವಸ್ತುಗಳ ಬಣ್ಣಗಳಿಗೂ ಇದೇ ಕಾರಣ. ವಸ್ತುವಿನ ಮೇಲೆ ಬಿದ್ದ ಬೆಳಕಿನಲ್ಲಿ ವಸ್ತುವಿನ ಬಣ್ಣದ ಬೆಳಕು ಇಲ್ಲದಿದ್ದರೆ ವಸ್ತುವು ಕಪ್ಪಗೆ ಕಾಣುತ್ತದೆ. ಉದಾಹರಣೆಗೆ ಸೋಡಿಯಂ ದೀಪವಿರುವ ಕೋಣೆಯಲ್ಲಿನ ಕೆಂಪು ಗುಲಾಬಿ ಕಪ್ಪಗೆ ಕಾಣುತ್ತದೆ.

ಮಧ್ಯವರ್ತಿಯ ರಚನೆಗನುಸಾರವಾಗಿ ಅದನ್ನು ಇನ್ನೂ ಎರಡು ಬಗೆಯಾಗಿ ವಿಂಗಡಿಸಿ ಅಭ್ಯಾಸಮಾಡಲಾಗುತ್ತದೆ.

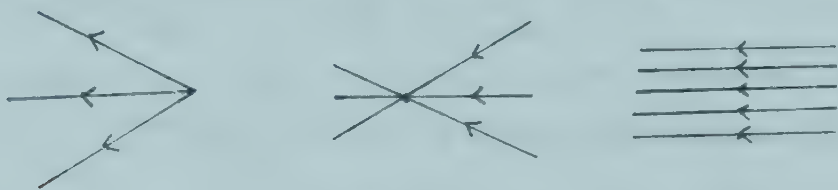
(i) ಸಮರೂಪ ಮಧ್ಯವರ್ತಿ (homogeneous medium) : ಇಂತಹ ಮಧ್ಯವರ್ತಿಯಲ್ಲಿ ಬೆಳಕಿನವೇಗವು ಎಲ್ಲಾ ಸ್ಥಳಗಳಲ್ಲಿಯೂ ಏಕಪ್ರಕಾರವಾಗಿರುತ್ತದೆ ಮತ್ತು ಅದು ಸರಳರೇಖೆಗಳಲ್ಲಿ ಪ್ರಸರಿಸುತ್ತದೆ.

(ii) ಅಸಮರೂಪಿ ಮಧ್ಯವರ್ತಿ (heterogeneous) : ಈ ಮಧ್ಯವರ್ತಿಯ ಬೇರೆ ಬೇರೆ ಭಾಗಗಳಲ್ಲಿನ ಭೌತ ಮತ್ತು ರಾಸಾಯನಿಕ ಗುಣಗಳು ಬೇರೆ ಬೇರೆಯಾಗಿದ್ದು, ಬೆಳಕಿನ ವೇಗವು ಎಲ್ಲಾ ದಿಕ್ಕಿನಲ್ಲಿಯೂ ಮತ್ತು ಎಲ್ಲಾ ಸ್ಥಳಗಳಲ್ಲಿಯೂ ಒಂದೇ ಸಮನಾಗಿರುವುದಿಲ್ಲ.

ಜ್ಯಾಮಿತೀಯ ದ್ಯುತಿ ಪ್ರಕರಣದಲ್ಲಿ ಸಮರೂಪಿ ಮಧ್ಯವರ್ತಿಯನ್ನು ಮಾತ್ರ ಗಣನೆಗೆ ತೆಗೆದುಕೊಂಡಿದೆ.

ಬೆಳಕಿನ ಸರಳರೇಖಾ ಪ್ರಸಾರ

ಸಮರೂಪ ಮಧ್ಯವರ್ತಿಯಲ್ಲಿ ಬೆಳಕು ಸರಳರೇಖೆಗಳಲ್ಲಿ ಪ್ರಸರಿಸುತ್ತದೆ. ಬೆಳಕು ಪ್ರಸರಿಸುವ ದಿಕ್ಕಿನಲ್ಲಿ ಎಳೆದ ಸರಳರೇಖೆಗೆ **ಕಿರಣ** (ray) ಎಂದು ಹೆಸರು. ಕಿರಣಗಳ ಸಮುದಾಯಕ್ಕೆ **ಕಿರಣಾವಳಿ** (beam of light) ಎನ್ನಲಾಗುತ್ತದೆ. ಸಮಾಂತರ ಕಿರಣಗಳ ಸಮುದಾಯವನ್ನು **ಸಮಾಂತರ ಕಿರಣಾವಳಿ** (parallel beam) ಎಂದೂ, ಒಂದು ಬಿಂದುವಿನತ್ತ ಸಾಗುತ್ತಿರುವ ಕಿರಣಾವಳಿಗೆ ಅಭಿಬಿಂದು ಕಿರಣಾವಳಿ (convergent beam) ಎಂದೂ, ಒಂದು ಬಿಂದುವಿನಿಂದ ಹೊರಡುತ್ತಿರುವ ಕಿರಣಾವಳಿಗೆ **ಅಪಬಿಂದು ಕಿರಣಾವಳಿ** (divergent beam) ಎಂದೂ ಕರೆಯಲಾಗುತ್ತದೆ.



ಚಿತ್ರ 6.1.1

(ಸಮಾಂತರ ಕಿರಣಾವಳಿ) (ಅಭಿಬಿಂದು ಕಿರಣಾವಳಿ) (ಅಪಬಿಂದು ಕಿರಣಾವಳಿ)

ಬೆಳಕು ಸರಳರೇಖೆಗಳಲ್ಲಿ ಪ್ರವಹಿಸುವುದರಿಂದಾಗಿ ಛಾಯಾಚಿತ್ರ ತೆಗೆಯಲು ಸಾಧ್ಯವಾಗಿದೆ. ಸೂರ್ಯ ಮತ್ತು ಚಂದ್ರ ಗ್ರಹಣಗಳು ಬೆಳಕಿನ ಸರಳರೇಖಾ ಪ್ರಸಾರದ ಪರಿಣಾಮ.

ಬೆಳಕಿನ ಕಿರಣದ ವಿಷಯದಲ್ಲಿ, ಹೊರನೋಟಕ್ಕಾದರೂ ಅತ್ಯಂತ ಸಹಜವಾಗಿ ಕಾಣುವ ಸಂಗತಿಯೆಂದರೆ, ಅದು ಸರಳರೇಖೆಯಲ್ಲಿ ಚಲಿಸಲು ಹೊಂದಿರುವ ಪ್ರವೃತ್ತಿ. ಧೂಳು ತುಂಬಿದ ಕೋಣೆಯಲ್ಲಿನ ಸೂರ್ಯರಶ್ಮಿಯ ನೇರವಾದ ಅಂಚುಗಳು ಚಿರಪರಿಚಿತವಾಗಿವೆ. ವೇಗದಿಂದ ಚಲಿಸುವ ಜಡವಸ್ತುವಿನ ಕಣವೂ ಕೂಡ ಸರಳರೇಖೆಯಲ್ಲಿ ಚಲಿಸುವ ಪ್ರವೃತ್ತಿಯುಳ್ಳದ್ದಾಗಿದೆ. ಈ ಅಭಿಪ್ರಾಯವನ್ನು ಆಧರಿಸಿ ನ್ಯೂಟನ್ 'ದ್ಯುತಿಕಣವಾದ' (corpuscular theory) ವನ್ನು ಪ್ರತಿಪಾದಿಸಿದನು. ಕಣವಾದವು ಬೆಳಕಿನ ವಕ್ರೀಭವನವನ್ನು ವಿವರಿಸಲು ಅಸಮರ್ಥವಾಯಿತು. ಬೆಳಕನ್ನು ಸೂಕ್ಷ್ಮ ಪರಿಶೀಲನೆಗೊಳಪಡಿಸಿದಾಗ ದ್ಯುತಿಕಣವು ಶುದ್ಧವಾಗಿ ಸರಳರೇಖಾಪಥದಲ್ಲಿ ಚಲಿಸುವುದಿಲ್ಲವೆಂದು ಕಂಡುಬಂದಿತು. ಪ್ರಾಯೋಗಿಕವಾಗಿ ಕಂಡುಕೊಂಡ ಅನೇಕ ಪರಿಣಾಮಗಳನ್ನು ಸಮರ್ಪಕ ರೀತಿಯಲ್ಲಿ ವಿವರಿಸಲು, ಬೆಳಕು ಅಲೆಯ ರೂಪದಲ್ಲಿರುತ್ತದೆಂಬ ವಾದವು ಪ್ರಚಲಿತವಾಯಿತು. ಇಪ್ಪತ್ತನೆಯ ಶತಮಾನದ ಆದಿಭಾಗದಲ್ಲಿ ಪ್ರಾಯೋಗಿಕವಾಗಿ ಕಂಡುಹಿಡಿದ 'ದ್ಯುತಿ ವಿದ್ಯುತ್' ಪರಿಣಾಮ (Photo electric effect) ವನ್ನು ವಿವರಿಸಲು ಬೆಳಕು 'ಫೋಟಾನ್' ಎಂಬ ಕಣರೂಪದಲ್ಲಿರುತ್ತದೆಂಬ ವಾದ ಪ್ರಚಲಿತವಾಯಿತು. ಈ ಎಲ್ಲಾ ಪ್ರಯೋಗಗಳಿಂದ ತಿಳಿದು ಬಂದ ವಿಷಯವೆಂದರೆ ಬೆಳಕಿನ ದ್ವೈತಸ್ವಭಾವ. ಬೆಳಕು ಕೆಲವೊಮ್ಮೆ ಕಣಗಳಂತೆಯೂ ಮತ್ತೊಮ್ಮೆ ತರಂಗಗಳಂತೆಯೂ ವರ್ತಿಸುತ್ತದೆ. ಬೆಳಕಿನ ಸ್ವರೂಪವನ್ನು ವಿವರಿಸುವ ಯಾವ ಸಾಮಾನ್ಯ ತತ್ವವೂ ರೂಪಿತವಾಗಿಲ್ಲ. ಬೆಳಕಿನ ಸ್ವರೂಪವನ್ನು ಕಂಡುಹಿಡಿಯುವ ಪ್ರಯತ್ನದಿಂದಾಗಿ ನಿಗೂಢವಿಶ್ವದ ವಿಸ್ಮಯಕಾರಕ ಸತ್ಯಗಳು ಬೆಳಕಿಗೆ ಬಂದದ್ದು ರೋಮಾಂಚಕಾರಿಯಾಗಿದೆ. ಸಮಸ್ತ ಜಡವಸ್ತುಗಳಲ್ಲೂ ಇರುವ ಮೂಲಮಾನಗಳಾದ ಇಲೆಕ್ಟ್ರಾನ್ ಮತ್ತು ಪ್ರೋಟಾನ್‌ಗಳೂ ಕೂಡ ಒಮ್ಮೆ ಕಣಗಳಂತೆಯೂ ಮತ್ತೊಮ್ಮೆ ತರಂಗಗಳಂತೆಯೂ ವರ್ತಿಸುವುದೆಂಬುದು ನಿಗೂಢವಿಶ್ವದ ಕಥೆಯ ಉತ್ತರಾರ್ಧ. ಬೆಳಕಿನ ಸ್ವರೂಪದ ಕಥೆಯನ್ನು ಮುಗಿಸುವ ಮುನ್ನ ಚರ್ಚೆಗಾಗಿ, ಕುತೂಹಲವನ್ನು ತಣಿಸಲಿಕ್ಕಾಗಿ "ನಿಸರ್ಗದ ಕಾರ್ಯಾಚರಣೆಯಲ್ಲಿ ದ್ವಂದ್ವ ವ್ಯವಸ್ಥೆಯಿರಲು ಸಾಧ್ಯವೆ?" ಎಂಬ ಪ್ರಶ್ನೆ ಕೇಳಬಹುದು.

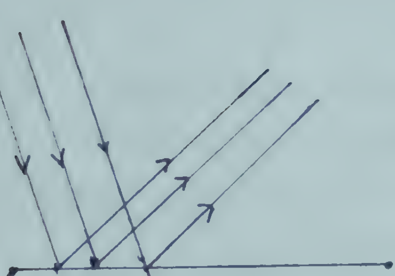
ಅಭ್ಯಾಸ

1. ದ್ಯುತಿ ಮಧ್ಯವರ್ತಿಯ ವಿಷಯವಾಗಿ ಟಿಪ್ಪಣಿ ಬರೆಯಿರಿ.
2. ಬೆಳಕಿನ ಸರಳರೇಖಾ ಪ್ರಸಾರವನ್ನು ಉದಾಹರಣೆಗಳ ಸಹಿತವಾಗಿ ವಿವರಿಸಿ.
3. ಬೆಳಕಿನ ಸ್ವರೂಪವನ್ನು ಚರ್ಚಿಸಿ.

6.2 ಬೆಳಕಿನ ಪ್ರತಿಫಲನ

ಬೆಳಕು ಒಂದು ಮಧ್ಯವರ್ತಿಯಲ್ಲಿ ಪ್ರಸರಿಸುತ್ತಿರುವಾಗ ಅದರ ಪಥದಲ್ಲಿ ಮತ್ತೊಂದು ಮಧ್ಯವರ್ತಿಯು ಸಿಕ್ಕರೆ, ಆ ಎರಡು ಮಧ್ಯವರ್ತಿಗಳ ಸೀಮಾತಲ (surface of separation) ದಲ್ಲಿ ಬೆಳಕಿನ ಸ್ವಲ್ಪ ಭಾಗವು ಮೊದಲನೆಯ ಮಧ್ಯವರ್ತಿಯಲ್ಲಿ ಹಿಂದಕ್ಕೆ ಬರುತ್ತದೆ. ಇದನ್ನು ಬೆಳಕಿನ ಪ್ರತಿಫಲನ ಎನ್ನಲಾಗುತ್ತದೆ.

ಒಂದು ಸಮಾಂತರ ಕಿರಣಾವಳಿಯು ಸಮತಲ ಕನ್ನಡಿಯ ಮೇಲೆ ಬಿದ್ದು ಪ್ರತಿಫಲಿತವಾದಾಗ, ಪ್ರತಿಫಲಿತ ಕಿರಣಾವಳಿಯೂ ಸಮಾಂತರವಾಗಿರುತ್ತದೆ. ಇದಕ್ಕೆ **ನಿಯಮಿತ ಪ್ರತಿಫಲನ** ಎಂದು ಹೆಸರು.



ಚಿತ್ರ 6.2.1



ಚಿತ್ರ 6.2.1

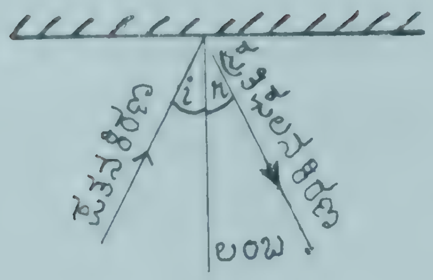
ಉಬ್ಬು ತಗ್ಗುಗಳಿರುವ ವಸ್ತುವಿನ ಮೇಲೆ ಸಮಾಂತರ ಕಿರಣಾವಳಿಯು ಬಿದ್ದರೂ ಪ್ರತಿಫಲಿತ ಕಿರಣಾವಳಿಯು ಸಮಾಂತರವಾಗಿಲ್ಲ (ಚಿತ್ರ 6.2.2). ಇಂತಹ ಪ್ರತಿಫಲನಕ್ಕೆ **ಅನಿಯಮಿತ ಪ್ರತಿಫಲನ**ವೆಂದು ಕರೆಯಲಾಗುತ್ತದೆ.

ಪ್ರತಿಫಲನದ ನಿಯಮಗಳು

ಪ್ರತಿಫಲನವು ಎರಡು ನಿಯಮಗಳಿಗೆ ಅನುಸಾರವಾಗಿ ನಡೆಯುತ್ತದೆ.

(i) ಪತನಕಿರಣ, ಪ್ರತಿಫಲನಕಿರಣ ಮತ್ತು ಪತನಬಿಂದುವಿನಲ್ಲಿ ಪ್ರತಿಫಲಕದ ಮೇಲ್ಮೈಗೆ ಎಳೆದ ಲಂಬ; ಇವು ಮೂರು ಒಂದೇ ಸಮತಲದದಲ್ಲಿರುತ್ತವೆ.

(ii) ಪತನಕೋನವು ಪ್ರತಿಫಲನಕೋನಕ್ಕೆ ಸಮನಾಗಿರುತ್ತದೆ.



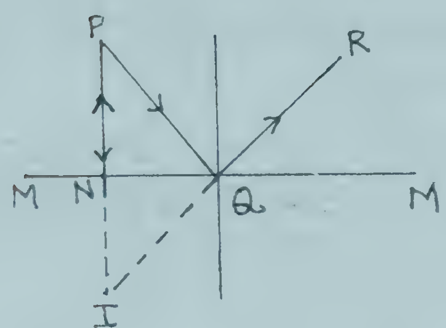
ಚಿತ್ರ 6.2.3

ಸೂಚನೆ : (i) ಪ್ರತಿಫಲನ ನಿಯಮಗಳು ಸಮತಲ ಮೇಲ್ಮೈ ಮತ್ತು ವಕ್ರ ಮೇಲ್ಮೈಗಳಿಗೆ ಅನ್ವಯಿಸುತ್ತವೆ.

(ii) ಬೆಳಕಿನ ಕಿರಣವು ಪ್ರತಿಫಲಕದ ಮೇಲೆ ಲಂಬವಾಗಿ ಪತನವಾದರೆ ಅದೇ ರೇಖೆಯಲ್ಲಿ ಹಿಂದಿರುಗುತ್ತದೆ.

(iii) $i = r$

ಸಮತಲ ಕನ್ನಡಿಯಲ್ಲಿ ಪ್ರತಿಬಿಂಬವನ್ನು ಗುರುತಿಸುವ ವಿಧಾನ:



MM – ಕನ್ನಡಿ

PQ – ಪತನ ಕಿರಣ

QR – ಪ್ರತಿಫಲನ ಕಿರಣ

PN – ಲಂಬ ಪತನ ಕಿರಣ

NP – ಲಂಬ ಪ್ರತಿಫಲನ ಕಿರಣ

ಪ್ರತಿಫಲನ ಕಿರಣಗಳು ಸಂಧಿಸುವುದಿಲ್ಲವಾದ್ದರಿಂದ ಸತ್ಯ ಪ್ರತಿಬಿಂಬವು ಸಾಧ್ಯವಿಲ್ಲ. ಪ್ರತಿಫಲನ ರೇಖೆಗಳನ್ನು ಹಿಂದಕ್ಕೆ ಎಳೆದಾಗ ಅವು I ಬಿಂದುವಿನಲ್ಲಿ ಸಂಧಿಸುತ್ತವೆ. P ನಿಂದ ಹೊರಟ ಎಲ್ಲಾ ಕಿರಣಗಳೂ ಕನ್ನಡಿಯಲ್ಲಿ ಪ್ರತಿಫಲಿತವಾದ ಮೇಲೆ I ಬಿಂದುವಿನಿಂದ ಹೊರಟಂತೆ ಭಾಸವಾಗುತ್ತದೆ; ಅಥವಾ I ಬಿಂದುವು P ಬಿಂದುವಿನ ಮಿಥ್ಯಾ ಪ್ರತಿಬಿಂಬ. ಆದ್ದರಿಂದ ವಸ್ತುವು ಕನ್ನಡಿಯ ಮುಂದೆ ಎಷ್ಟು ದೂರದಲ್ಲಿದೆಯೋ ಪ್ರತಿಬಿಂಬವೂ ಅಷ್ಟೇ ದೂರದಲ್ಲಿ ಕನ್ನಡಿಯ ಹಿಂದೆ ಇರುತ್ತದೆ.

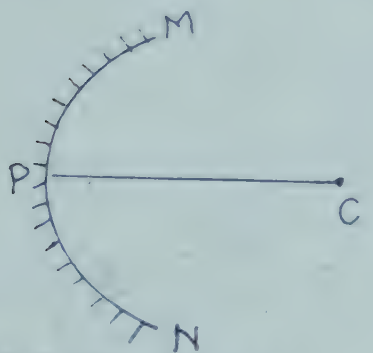
ಸೂಚನೆ : (1) ಪತನ ಕಿರಣವು ಬದಲಾಗದೆ ಕೇವಲ ಕನ್ನಡಿಯು ಮಾತ್ರ θ ಕೋನದಷ್ಟು ತಿರುಗಿದಾಗ ಪ್ರತಿಫಲಿತ ಕಿರಣವು 2θ ದಷ್ಟು ತಿರುಗುತ್ತದೆ.

(2) ಎರಡು ಕನ್ನಡಿಗಳು ಸಮಾಂತರವಾಗಿ ಎದುರುಬದುರಾಗಿದ್ದು ಅವುಗಳ ಮಧ್ಯೆ ವಸ್ತುವಿದ್ದಾಗ ಪುನರಾವೃತ್ತಿ ಪ್ರತಿಫಲನ (Multiple reflection) ದಿಂದಾಗಿ ಪ್ರತಿಬಿಂಬಗಳು ಅನಂತವಾಗಿ (infinite) ಕಾಣುತ್ತವೆ.

(3) ಎರಡು ಕನ್ನಡಿಗಳ ಮಧ್ಯೆ ಇರುವ ಕೋನವು 360° ಯ ಅಪವರ್ತ್ಯ (sub-multiple) ಆಗಿದ್ದಾಗ ಪ್ರತಿಬಿಂಬಗಳ ಒಟ್ಟು ಸಂಖ್ಯೆ $\frac{360}{\theta} - 1$ ಎಂದು ಸಾಧಿಸಬಹುದು. ಕೋನದ ಅಪವರ್ತ್ಯವು ಬೆಸ ಸಂಖ್ಯೆಯಾದಾಗ $\frac{360}{\theta}$ ಪ್ರತಿಬಿಂಬಗಳನ್ನು ನೋಡಬಹುದು. ಉದಾ: $\theta = 60$; 5 ಪ್ರತಿಬಿಂಬಗಳು. $\theta = 40°$; 9 ಪ್ರತಿಬಿಂಬಗಳು.

ವಕ್ರತಲದಲ್ಲಿ ಪ್ರತಿಫಲನ

ದರ್ಪಣದ ಪ್ರತಿಫಲನಮೇಲ್ಮೈ ಟೊಳ್ಳಾದ ಗೋಳದ ಒಂದು ಭಾಗವಾಗಿದ್ದರೆ, ಅದನ್ನು ಗೋಳದರ್ಪಣವೆಂದು ಕರೆಯಲಾಗುತ್ತದೆ. ಪ್ರತಿಫಲನಮೇಲ್ಮೈ ಗೋಳದ ಕೇಂದ್ರದ ಕಡೆಗೆ ಇದ್ದರೆ (ಚಿತ್ರ 6.2.4) ಅದನ್ನು ನಿಮ್ನದರ್ಪಣವೆಂದೂ; ಪ್ರತಿಫಲನ ಮೇಲ್ಮೈ ಗೋಳದ ಕೇಂದ್ರಕ್ಕೆ ವಿರುದ್ಧವಿದ್ದು, ಅವರ ಉಬ್ಬುಮೈ ಪ್ರತಿಫಲನ ಕ್ಷೇತ್ರವಾಗಿದ್ದರೆ ಅದಕ್ಕೆ ಉನ್ನತದರ್ಪಣ (ಚಿತ್ರ 6.2.5) ವೆಂದು ಹೆಸರು.

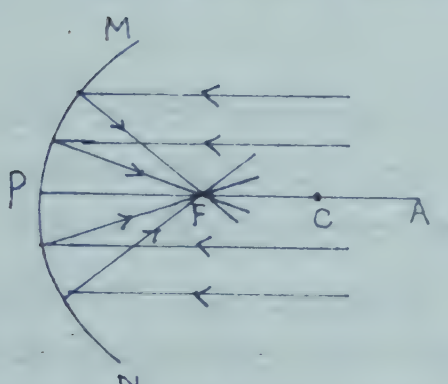


ನಿಮ್ನದರ್ಪಣ ಚಿತ್ರ 6.2.4

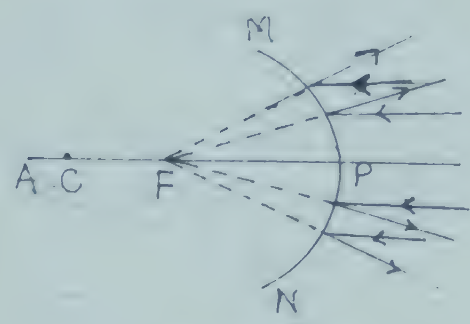


ಉನ್ನತ ಅಥವಾ ಪೀನದರ್ಪಣ ಚಿತ್ರ 6.2.5

ಗೋಳದರ್ಪಣದ ಮೂಲಪರಿಕಲ್ಪನೆಗಳನ್ನು ಕೆಳಗಿನ ಚಿತ್ರಗಳಲ್ಲಿ ತೋರಿಸಿದೆ.



ಚಿತ್ರ 6.2.6



ಚಿತ್ರ 6.2.7

MN – ದರ್ಪಣದ ದೃಶ್ಯಭಾಗದ ವ್ಯಾಸ (ದೃಗ್ವ್ಯಾಸ).

P – ದೃಗ್ವ್ಯಾಸದ ಮಧ್ಯಬಿಂದು; ದರ್ಪಣದ ಧ್ರುವ.

C – ವಕ್ರತಾಕೇಂದ್ರ; ಗೋಳದರ್ಪಣವು ಯಾವ ಗೋಳದ ಭಾಗವಾಗಿದೆಯೋ ಅದರ ಕೇಂದ್ರ.

PCA – ಪ್ರಧಾನಾಕ್ಷರೇಖೆ, ಧ್ರುವಬಿಂದು ಹಾಗೂ ವಕ್ರಕೇಂದ್ರವನ್ನು ಸೇರಿಸುವ ಸರಳರೇಖೆ.

F – ಸಂಗಮಬಿಂದು. PC ಗೆ ಸಮಾಂತರವಾಗಿರುವ ಕಿರಣಗಳು ಪ್ರತಿಫಲನದ ನಂತರ ಹಾದು ಹೋಗುವ ಬಿಂದು. ನಿಮ್ನದರ್ಪಣದಲ್ಲಿ ಪ್ರತಿಫಲಿತ ಕಿರಣಗಳು F ಮೂಲಕ ಹಾದು ಹೋದರೆ, ಪೀನದರ್ಪಣ (ಉನ್ನತದರ್ಪಣ)ದಲ್ಲಿ ಪ್ರತಿಫಲಿತ ಕಿರಣಗಳು F ನಿಂದ ಹೊರಬರುತ್ತಿರುವಂತೆ ಭಾಸವಾಗುತ್ತದೆ.

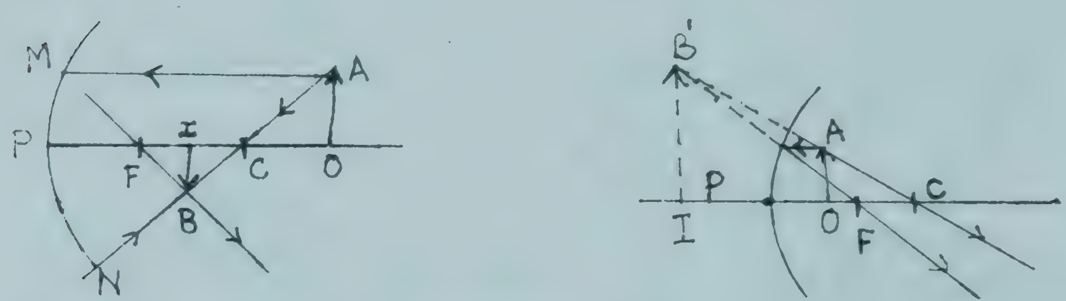
PF – ಸಂಗಮದೂರ.

PC – ವಕ್ರತಾತ್ರಿಜ್ಯ (r); r = F/2

ಗೋಳದರ್ಪಣದಲ್ಲಿ ಪ್ರತಿಬಿಂಬ ರಚನೆ

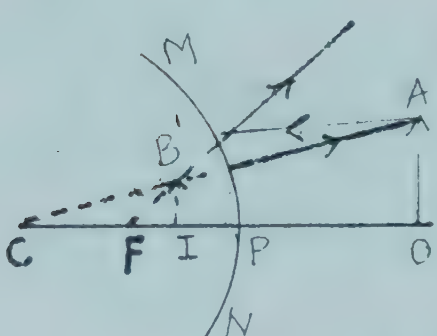
ವಸ್ತುವಿನ ಯಾವುದಾದರೊಂದು ಬಿಂದು (A) ವಿನಿಂದ ಹೊರಟ ಎರಡು ಕಿರಣಗಳು ದರ್ಪಣದಲ್ಲಿ ಪ್ರತಿಫಲಿತವಾದ ಮೇಲೆ ಒಂದು ಬಿಂದು (B) ವಿನಲ್ಲಿ ಸಂಧಿಸಿದರೆ ಅದು ಆ ಬಿಂದುವಿನ ನೈಜಪ್ರತಿಬಿಂಬ (ಚಿತ್ರ 6.2.8) . ಪ್ರತಿಫಲಿತ ಕಿರಣಗಳು ದರ್ಪಣದ ಹಿಂದಿನ ಒಂದು ಬಿಂದು (B^1) ವಿನಿಂದ ಬರುತ್ತಿರುವಂತೆ ಕಂಡರೆ ಆಗ ಅದು ಮಿಥ್ಯಾಪ್ರತಿಬಿಂಬವಾಗುತ್ತದೆ.

(i) ನಿಮ್ನದರ್ಪಣ–



(ನೈಜಪ್ರತಿಬಿಂಬ) ಚಿತ್ರ 6.2.8 (ಮಿಥ್ಯಾಪ್ರತಿಬಿಂಬ)

(ii) ಉನ್ನತದರ್ಪಣ–



ಚಿತ್ರ 6.2.9

ಉನ್ನತದರ್ಪಣದ ಮುಂದೆ ವಸ್ತುವು ಎಲ್ಲೇ ಇರಲಿ ಪ್ರತಿಬಿಂಬವು ವಸ್ತುವಿಗಿಂತ ಚಿಕ್ಕದಾಗಿ ದರ್ಪಣದ ಹಿಂದೆ ಇರುತ್ತದೆ.

ಮಿಥ್ಯಾಪ್ರತಿಬಿಂಬವು ನೇರವಾಗಿದ್ದರೆ ನೈಜಪ್ರತಿಬಿಂಬವು ತಲೆಕೆಳಗಾಗಿರುತ್ತದೆ ಮತ್ತು ಅದನ್ನು ಪರದೆಯ ಮೇಲೆ ಪಡೆಯಬಹುದಾಗಿದೆ.

ದರ್ಪಣ ಸೂತ್ರ–

ಪ್ರತಿಬಿಂಬ ರಚನೆಯನ್ನು ಅಭ್ಯಾಸಮಾಡುವಾಗ ವಸ್ತುವಿನ ದೂರ (u) ಮತ್ತು ಪ್ರತಿಬಿಂಬದ ದೂರ (v) ಹಾಗೂ ಸಂಗಮದೂರ (f) ಗಳನ್ನು ದರ್ಪಣ ಧ್ರುವ (P) ದಿಂದ ಅಳೆಯಲಾಗುತ್ತದೆ. ಇವುಗಳಿಗಿರುವ ಸಂಬಂಧವನ್ನು ಸೂಚಿಸುವ ಸಮೀಕರಣಕ್ಕೆ ದರ್ಪಣ ಸೂತ್ರವೆಂದು ಹೆಸರು.

$$\frac{1}{f} = \frac{1}{u} + \frac{1}{v}$$

ಈ ಸೂತ್ರವನ್ನು ಬಳಸುವಾಗ ರೂಢಿಯಲ್ಲಿರುವ ಚಿಹ್ನೆಗಳು ಈ ರೀತಿ ಇವೆ.

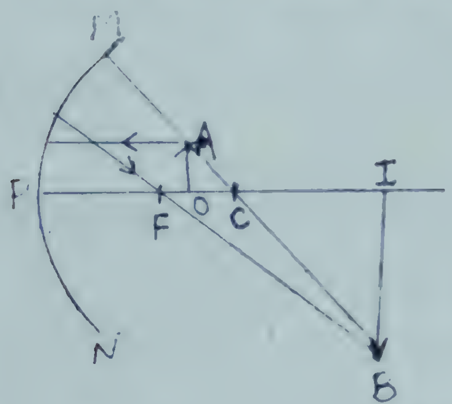
(i) ದೂರಗಳನ್ನು ಧ್ರುವ ಬಿಂದುವಿನಿಂದಲೇ ಅಳೆಯಬೇಕು.

(ii) ನಿಮ್ನದರ್ಪಣದ ಸಂಗಮದೂರವನ್ನು ಧನಚಿನ್ಹೆ (+) ಯಿಂದಲೂ, ಪೀನದರ್ಪಣದ ಸಂಗಮದೂರವನ್ನು ಋಣ (–) ಚಿಹ್ನೆಯಿಂದಲೂ ಸೂಚಿಸಬೇಕು.

(iii) ನೈಜವಸ್ತುಗಳು ಮತ್ತು ನೈಜಪ್ರತಿಬಿಂಬಗಳಿಗಿರುವ ದೂರದ ಅಳತೆಗೆ ಧನ ಚಿಹ್ನೆಯನ್ನೂ ಮಿಥ್ಯದೂರಗಳ ಅಳತೆಗೆ ಋಣಚಿಹ್ನೆಯನ್ನೂ ಬಳಸಲಾಗುತ್ತದೆ.

ರೇಖೀಯ ವರ್ಧನ–

ಪ್ರತಿಬಿಂಬದ ಎತ್ತರಕ್ಕೂ ವಸ್ತುವಿನ ಎತ್ತರಕ್ಕೂ ಇರುವ ಪ್ರಮಾಣಕ್ಕೆ ರೇಖೀಯ ವರ್ಧನ ಎಂದು ಹೆಸರು. ಇದನ್ನು ಚಿತ್ರ 6.2.10 ರಲ್ಲಿ ತೋರಿಸಿದೆ.



ಚಿತ್ರ 6.2.10

$$\text{ರೇಖೀಯವರ್ಧನ} = \frac{\text{ಪ್ರತಿಬಿಂಬದ ಎತ್ತರ}}{\text{ವಸ್ತುವಿನ ಎತ್ತರ}}$$

$$M = \frac{BI}{AO} = \frac{PI}{PO} = \frac{v}{u}$$

ಉದಾಹರಣೆಗಳು

1. 12cm ಸಂಗಮದೂರದ ಒಂದು ನಿಮ್ನದರ್ಪಣದಿಂದ 15cm ದೂರದಲ್ಲಿ ಪ್ರಧಾನಾಕ್ಷ ರೇಖೆಯ ಮೇಲೆ 1cm ಎತ್ತರದ ಒಂದು ವಸ್ತುವನ್ನು ಇಡಲಾಗಿದೆ. ಪ್ರತಿಬಿಂಬದ ಸ್ಥಾನ, ಸ್ವರೂಪ ಮತ್ತು ಎತ್ತರವನ್ನು ಕಂಡುಹಿಡಿಯಿರಿ.

ನಿಮ್ನದರ್ಪಣಕ್ಕೆ : u = 15cm, f = 12cm ಆದ್ದರಿಂದ

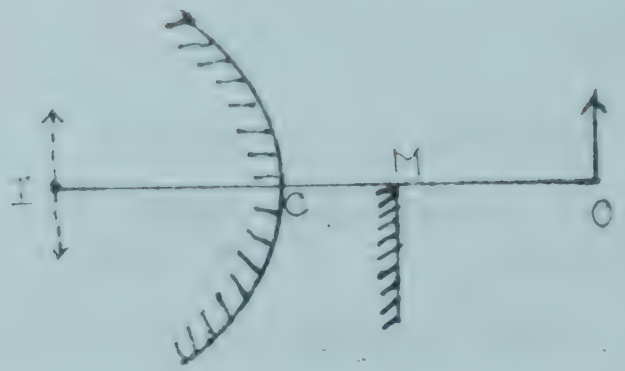
$$\frac{1}{v} = \frac{1}{12} - \frac{1}{15} \qquad \therefore\ v = 60 \text{ cm}$$

ಈ ದೂರವು ಧನಾತ್ಮಕವಾದ್ದರಿಂದ ಪ್ರತಿಬಿಂಬವು ನೈಜ.

$$\text{ರೇಖೀಯ ವರ್ಧನ} = \frac{v}{u} = \frac{60}{15} = 4\text{cm}$$

ಆದ್ದರಿಂದ ಪ್ರತಿಬಿಂಬವು **ನೈಜ, ತಲೆಕೆಳಗು** ಮತ್ತು **4cm ಎತ್ತರ.**

2. ಒಂದು ವಸ್ತುವನ್ನು ಉನ್ನತದರ್ಪಣದಿಂದ 40cm ದೂರದಲ್ಲಿ ಪ್ರಧಾನಾಕ್ಷ ರೇಖೆಯ ಮೇಲೆ ಇಡಲಾಗಿದೆ. ಒಂದು ಕನ್ನಡಿಯನ್ನು ಉನ್ನತ ದರ್ಪಣದಿಂದ 10cm ದೂರದಲ್ಲಿಟ್ಟಾಗ, ಎರಡೂ ದರ್ಪಣಗಳಲ್ಲಿನ ಮಿಥ್ಯಾಬಿಂಬಗಳು ಒಂದರ ಪಕ್ಕದಲ್ಲಿ ಇನ್ನೊಂದರಂತೆ ಒಂದೇ ಸಮತಲದಲ್ಲಿದ್ದರೆ, ದರ್ಪಣದ ವಕ್ರತಾ ತ್ರಿಜ್ಯವೆಷ್ಟು?



CO = 40cm

CM = 10cm

MO = 30cm

∴ MI = 30cm

CI = 20cm

ಉನ್ನತದರ್ಪಣಕ್ಕೆ; u = 40cm   v = – 20cm   (ಮಿಥ್ಯಾಬಿಂಬವಾದದ್ದರಿಂದ)

$$\therefore \frac{1}{f} = \frac{1}{40} - \frac{1}{20} = -\frac{1}{40}$$

$$f = -40cm$$

ವಕ್ರತಾ ತ್ರಿಜ್ಯ = 2f = – 80cm

3 . ಒಂದು ನಿಮ್ನ ದರ್ಪಣದ ಮುಂದೆ ಒಂದು ಬೆಳಕಿನ ಆಕರವನ್ನು ಪರದೆಯಿಂದ 60cm ದೂರದಲ್ಲಿಟ್ಟಿದೆ. ಪರದೆಯಮೇಲೆ ಆಕರದ ಎರಡರಷ್ಟು ದೊಡ್ಡದಾದ ಪ್ರತಿಬಿಂಬ ಮೂಡಿದಲ್ಲಿ ದರ್ಪಣದಿಂದ ಆಕರದ ದೂರವನ್ನು ಮತ್ತು ಅದರ ಸಂಗಮದೂರವನ್ನು ಕಂಡುಹಿಡಿಯಿರಿ.

ದರ್ಪಣದಿಂದ ಆಕರದ ದೂರ u = x cm ಆಗಿರಲಿ

v = (60 + x)cm

ಮತ್ತು $v/u = 2$ $\therefore v = 2u$; $60 + x = 2x \therefore x = 60cm$

$$\frac{1}{f} = \frac{1}{60} + \frac{1}{120} \qquad \therefore f = 40$$

ಆಕರದ ದೂರ = 60cm; ಸಂಗಮ ದೂರ = 40cm

4. ಉನ್ನತದರ್ಪಣದಲ್ಲಿನ ಪ್ರತಿಫಲನದಿಂದಾಗಿ ಪ್ರತಿಬಿಂಬಕ್ಕೂ ಮತ್ತು ಬೆಳಕಿನ ಆಕರಕ್ಕೂ ಇರುವ ದೂರವು 36cm ಆಗಿರುತ್ತದೆ. ಪ್ರತಿಬಿಂಬದ ಎತ್ತರವು ಬಿಂಬದ ಅರ್ಧದಷ್ಟಿದ್ದರೆ, ದರ್ಪಣದಿಂದ ಬಿಂಬಕ್ಕಿರುವ ದೂರ ಮತ್ತು ಸಂಗಮದೂರವನ್ನು ಕಂಡುಹಿಡಿಯಿರಿ.

v = x ಆಗಿರಲಿ. u = (36 – x) ಅಲ್ಲದೆ $\frac{v}{u} = \frac{1}{2} \quad \therefore 2v = u$

ಹೀಗಾಗಿ $2x = 36 - x$, $x = 12cm$

∴ ಪ್ರತಿಬಿಂಬದ ದೂರ = 12cm, ಬಿಂಬದ ದೂರ = 24cm

ಮಿಥ್ಯಾಪ್ರತಿಬಿಂಬವಾದ್ದರಿಂದ $v = -12cm$

$$\therefore \frac{1}{f} = \frac{1}{24} - \frac{1}{12} = -\frac{1}{24}$$ ಅಥವಾ $f = -24cm$

ಅಭ್ಯಾಸ

ಒಂದು ಅಂಕದ ಪ್ರಶ್ನೆಗಳು

1. ಗೋಳ ದರ್ಪಣಾದಲ್ಲಿಯೂ ಪ್ರತಿಫಲನ ನಿಯಮಗಳು ಅನುಸರಿಸಲ್ಪಡುತ್ತವೆಯೇ?

2. 0.2m ವ್ಯಾಸದ ಟೊಳ್ಳುಗೋಳವನ್ನು ಕತ್ತರಿಸಿ ದರ್ಪಣವನ್ನು ನಿರ್ಮಿಸಿದೆ. ದರ್ಪಣದ ವಕ್ರತಾ ತ್ರಿಜ್ಯವೆಷ್ಟು?

3. 0.15m ಸಂಗಮದೂರವುಳ್ಳ ನಿಮ್ನದರ್ಪಣದ ಮುಂದೆ 0.30m ದೂರದಲ್ಲಿ ಒಂದು ವಸ್ತುವನ್ನಿಟ್ಟಿದೆ. ಅದರ ಪ್ರತಿಬಿಂಬದ ಸ್ಥಾನವೆಷ್ಟು?

4. ಉನ್ನತದರ್ಪಣದ ಮುಂದೆ ವಸ್ತುವು ಅನಂತದೂರದಲ್ಲಿದ್ದಾಗ ಪ್ರತಿಬಿಂಬವು ಎಲ್ಲಿರುತ್ತದೆ?

5. ನಿಮ್ನದರ್ಪಣದ ಸಂಗಮಬಿಂದುವಿನಲ್ಲಿ ವಸ್ತುವಿದ್ದಾಗ ಪ್ರತಿಫಲಿತ ಕಿರಣಗಳು ಇರುವ ರೀತಿಯನ್ನು ತೋರಿಸುವ ಚಿತ್ರ ಬರೆಯಿರಿ.

ಎರಡು ಅಂಕಗಳ ಪ್ರಶ್ನೆಗಳು

1. ಉನ್ನತದರ್ಪಣದಲ್ಲಿ ಪ್ರತಿಬಿಂಬವನ್ನು ತೋರಿಸುವ ಕಿರಣ ಚಿತ್ರವನ್ನು ಬರೆದು ಸಂಗಮದೂರವನ್ನು ವಿವರಿಸಿ.

2. ಸಂಗಮಬಿಂದು, ಸಂಗಮದೂರ, ವಕ್ರತಾಕೇಂದ್ರ ಮತ್ತು ವಕ್ರತಾತ್ರಿಜ್ಯ ಇವುಗಳ ಲಕ್ಷಣಗಳನ್ನು ನಿರೂಪಿಸಿ.

3. ಒಂದು ವಸ್ತುವನ್ನು ಅನಂತದೂರದಿಂದ ನಿಮ್ನದರ್ಪಣದ ಧ್ರುವಬಿಂದುವಿನತ್ತ ತಂದಾಗ ಆಗುವಂತಹ ಪ್ರತಿಬಿಂಬವನ್ನು ತೋರಿಸುವ ಚಿತ್ರಗಳನ್ನು ಬರೆಯಿರಿ.

4. ಒಂದು ವರ್ತುಲದರ್ಪಣವನ್ನು ಮುಟ್ಟದೆ ಅದು ನಿಮ್ನವೇ ಅಥವಾ ಉನ್ನತವೇ ಎಂದು ನಿರ್ಧರಿಸಲು ಸಾಧ್ಯವೇ? ಸಾಧ್ಯವಾದಲ್ಲಿ ಹೇಗೆ ನಿರ್ಧರಿಸುವಿರಿ?

ನಾಲ್ಕು ಅಂಕಗಳ ಪ್ರಶ್ನೆಗಳು

1. ಉನ್ನತ ಮತ್ತು ನಿಮ್ನದರ್ಪಣಗಳ ಸಾಮಾನ್ಯ ಸೂತ್ರವನ್ನು ಕಂಡುಹಿಡಿದು ಚಿಹ್ನೆಗಳ ಸಂಪ್ರದಾಯವನ್ನು ತಿಳಿಸಿ.

ಐದು ಅಂಕಗಳ ಪ್ರಶ್ನೆಗಳು

1. ಒಂದು ನಿಮ್ನದರ್ಪಣದ ಮುಂದೆ 0.18m ದೂರದಲ್ಲಿ ಅದರ ಅಕ್ಷದ ಮೇಲೆ ಒಂದು ವಸ್ತುವನ್ನಿಡಲಾಗಿದೆ. ದರ್ಪಣದ ಸಂಗಮದೂರ 0.12m ಆದರೆ ಪ್ರತಿಬಿಂಬದ ಸ್ಥಾನ ಸ್ವರೂಪವನ್ನು ಕಂಡುಹಿಡಿಯಿರಿ.
(0.36m, 2 ಪಟ್ಟು ದೊಡ್ಡದಾದ ನೈಜಪ್ರತಿಬಿಂಬ)

2. ಒಂದು ನಿಮ್ನದರ್ಪಣದಲ್ಲಿ ವಸ್ತುವಿಗಿಂತ ಎರಡು ಪಟ್ಟು ದೊಡ್ಡ ಪ್ರತಿಬಿಂಬ ಮೂಡಿದೆ. ವಸ್ತು ಮತ್ತು ಪ್ರತಿಬಿಂಬಗಳಿಗಿರುವ ದೂರ 0.15m ಆದಲ್ಲಿ ಸಂಗಮದೂರವನ್ನು ಕಂಡುಹಿಡಿಯಿರಿ. (0.10m)

3. ಒಂದು ಪೀನದರ್ಪಣದ ಸಂಗಮದೂರ 0.30m. ಅದರ ಮುಂದೆ 2cm ಉದ್ದದ ವಸ್ತುವನ್ನು 0.10m ದೂರದಲ್ಲಿಟ್ಟಿದೆ. ಪ್ರತಿಬಿಂಬದ ಸ್ಥಾನ ಮತ್ತು ಸ್ವರೂಪವನ್ನು ಕಂಡುಹಿಡಿಯಿರಿ. (0.075m, ಮಿಥ್ಯಾ)

4. ಒಂದು ವಸ್ತುವನ್ನು ಉನ್ನತ (ಪೀನ) ದರ್ಪಣದಿಂದ 0.3m ದೂರದಲ್ಲಿ ಅದರ ಮುಂದಿರುವ ಸಮತಲ ದರ್ಪಣದಿಂದ 0.20m ದೂರದಲ್ಲಿರುವಂತೆ ಇಡಲಾಗಿದೆ. ಇವುಗಳಿಂದಾದ ಎರಡು ಪ್ರತಿಬಿಂಬಗಳು ಸರಳರೇಖೆಯಲ್ಲಿ ಒಂದೇ ಸಮತಲದಲ್ಲಿದ್ದರೆ, ಉನ್ನತದರ್ಪಣದ ಸಂಗಮದೂರವೆಷ್ಟು? (– 0.15m)

5. ಒಂದು ನಿಮ್ನ ಮತ್ತು ಒಂದು ಪೀನದರ್ಪಣಗಳನ್ನು ಒಂದೇ ಅಕ್ಷದ ಮೇಲೆ ಅವುಗಳ ಪ್ರತಿಫಲಿಸುವ ಮೇಲ್ಮೈಗಳು ಎದುರಾಗಿರುವಂತೆ 0.36m ಅಂತರದಲ್ಲಿ ಇಟ್ಟಿದೆ. ಅವುಗಳ ಸಂಗಮದೂರಗಳು ಅನುಕ್ರಮವಾಗಿ 0.15m ಮತ್ತು 0.12m. ಇವುಗಳ ಮಧ್ಯೆ ನಿಮ್ನ ದರ್ಪಣದಿಂದ 0.2m ದೂರದಲ್ಲಿ ಒಂದು ವಸ್ತುವನ್ನಿಟ್ಟಿದೆ. ಅಂತಿಮ ಬಿಂಬದ ಸ್ಥಾನವನ್ನು ಕಂಡುಹಿಡಿಯಿರಿ. (ಮೊದಲು ನಿಮ್ನದರ್ಪಣದಲ್ಲಿ ನಂತರ ಉನ್ನತ ದರ್ಪಣದಲ್ಲಿ ಪ್ರತಿಫಲನವಾದಂತೆ ಊಹಿಸಿಕೊಳ್ಳಿ) (0.24m, ಉನ್ನತದರ್ಪಣದ ಹಿಂದೆ)

6. ಒಂದು ನಿಮ್ನದರ್ಪಣದಿಂದ ವಸ್ತುವು 30cm ದೂರದಲ್ಲಿದ್ದಾಗಿನ ರೇಖೀಯ ವರ್ಧನವು (linear magnification) 40 cm ದೂರದಲ್ಲಿದ್ದಾಗಿನ ವರ್ಧನದ ಎರಡರಷ್ಟಿದ್ದರೆ ದರ್ಪಣದ ಸಂಗಮದೂರವೆಷ್ಟು? (20cm)

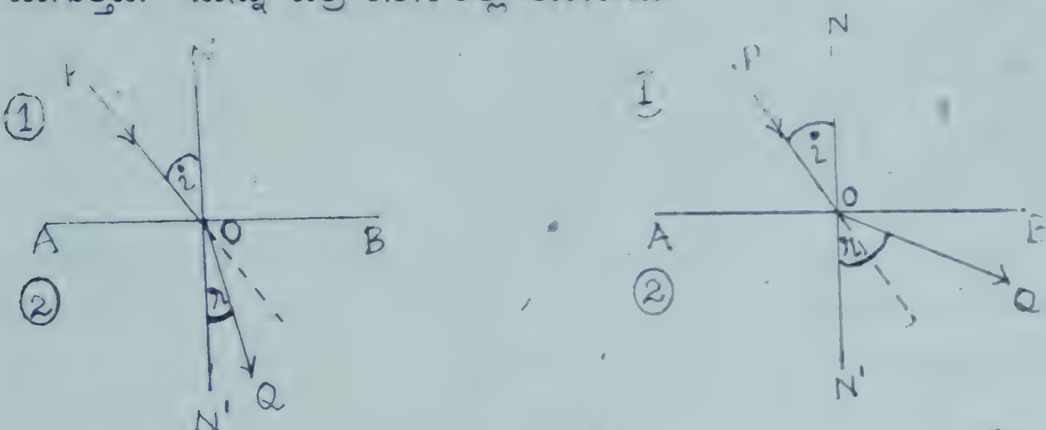
7. ಒಂದು ನಿಮ್ನದರ್ಪಣದಲ್ಲಿ ಉಂಟಾದ ಪ್ರತಿಬಿಂಬದ ರೇಖೀಯ ವರ್ಧನವು 4, ಮತ್ತು ವಸ್ತುವಿನ ದೂರ 30cm ಆದರೆ ದರ್ಪಣದ ಸಂಗಮದೂರವು (1) ಪ್ರತಿಬಿಂಬವು ನೈಜವಾಗಿರಬೇಕಾದರೆ (2) ಮಿಥ್ಯವಾಗಿರಲು ಎಷ್ಟಾಗಿರಬೇಕು?
(24 cm, 40cm)

8. 2.5cm ಎತ್ತರದ ಒಂದು ಮೇಣದಬತ್ತಿಯನ್ನು 36cm ವಕ್ರತಾತ್ರಿಜ್ಯವುಳ್ಳ ನಿಮ್ನ ದರ್ಪಣದ ಮುಂದೆ 27cm ದೂರದಲ್ಲಿಟ್ಟಿದೆ. ನೈಜಪ್ರತಿಬಿಂಬವನ್ನು ಪಡೆಯಲು ಪರದೆಯನ್ನು ಎಲ್ಲಿಡಬೇಕು? ಪ್ರತಿಬಿಂಬದ ಗಾತ್ರವೆಷ್ಟು? ಮಿಥ್ಯಾಪ್ರತಿಬಿಂಬವನ್ನು ಪಡೆಯಬೇಕಾದರೆ ದರ್ಪಣದಿಂದ ಯಾವ ಅಂತರದಲ್ಲಿ ಮೇಣದ ಬತ್ತಿಯನ್ನಿಡಬೇಕು?

(ದರ್ಪಣದಿಂದ 54cm, 5 cm, 18cm ಕಡಿಮೆ)

6.3 ಸಮತಲದಲ್ಲಿ ವಕ್ರೀಭವನ

ಬೆಳಕು ಒಂದು ಸಮರೂಪ ಮಧ್ಯವರ್ತಿಯಿಂದ ಮತ್ತೊಂದು ಸಮರೂಪ ಮಧ್ಯವರ್ತಿಯನ್ನು ಪ್ರವೇಶಿಸಿದಾಗ; ಎರಡು ಮಧ್ಯವರ್ತಿಗಳನ್ನು ಬೇರ್ಪಡಿಸುವ ಸೀಮಾತಲದಲ್ಲಿ ಅದರ ದಿಕ್ಕು ಬದಲಾಗುತ್ತದೆ. ಈ ರೀತಿಯ ದಿಕ್ಪಲ್ಲಟಕ್ಕೆ ವಕ್ರೀಭವನವೆಂದು ಹೆಸರು. ಬೆಳಕಿನ ಕಿರಣವು ವಿರಳ ಮಧ್ಯವರ್ತಿಯಿಂದ ದ್ಯುತಿಸಾಂದ್ರತೆಯು ಹೆಚ್ಚಾಗಿರುವ ಮಧ್ಯವರ್ತಿಯನ್ನು ಪ್ರವೇಶಿಸಿದಾಗ ಲಂಬದ ಕಡೆಗೆ ಬಾಗುತ್ತದೆ. ಹಾಗಿಲ್ಲದೆ ಸಾಂದ್ರ ಮಧ್ಯವರ್ತಿಯಿಂದ ವಿರಳ ಮಧ್ಯವರ್ತಿಯನ್ನು ಪ್ರವೇಶಿಸುವಾಗ ಲಂಬದಿಂದ ದೂರಕ್ಕೆ ಬಾಗುತ್ತದೆ. ಇದನ್ನು ಚಿತ್ರ 6.3.1 ರಲ್ಲಿ ತೋರಿಸಿದೆ.



(a) ಚಿತ್ರ 6.3.1 (b)

AB – ಸೀಮಾತಲ

PO – ಪತನ ಕಿರಣ

OQ – ವಕ್ರೀಭವನ ಕಿರಣ

PON – ಪತನ ಕೋನ

N^1OQ – ವಕ್ರೀಭವನ ಕೋನ

ಚಿತ್ರ (a) ನಲ್ಲಿ (1) ವಿರಳ ಮಧ್ಯವರ್ತಿ

(2) ಸಾಂದ್ರ ಮಧ್ಯವರ್ತಿ

ಚಿತ್ರ (b) ನಲ್ಲಿ (1) ಸಾಂದ್ರ ಮಧ್ಯವರ್ತಿ

(2) ವಿರಳ ಮಧ್ಯವರ್ತಿ

ವಕ್ರೀಭವನ ನಿಯಮಗಳು

ವಕ್ರೀಭವನವು ಈ ಕೆಳಗಿನ ಎರಡು ನಿಯಮಾನುಸಾರ ನಡೆಯುತ್ತದೆ.

1. ಪತನ ಕಿರಣ, ವಕ್ರೀಭವನ ಕಿರಣ ಮತ್ತು ಎರಡು ಮಧ್ಯವರ್ತಿಗಳನ್ನು ಪ್ರತ್ಯೇಕಿಸುವ ಸೀಮಾತಲಕ್ಕೆ ಪತನಬಿಂದುವಿನಲ್ಲಿ ಎಳೆದ ಲಂಬ, ಈ ಮೂರು ಒಂದೇ ಸಮತಲದಲ್ಲಿರುತ್ತವೆ.

2. ಒಂದು ದ್ಯುತಿಮಧ್ಯವರ್ತಿಯ ಜೋಡಿ ಮತ್ತು ಗೊತ್ತಾದ ಬೆಳಕಿನ ಬಣ್ಣ (ತರಂಗದೂರ)ಕ್ಕೆ ಸಂಬಂಧಿಸಿದಂತೆ, ಪತನಕೋನದ ಸೈನ್ (sine) ಗೂ ವಕ್ರೀಭವನ ಕೋನದ ಸೈನ್‌ಗೂ ಇರುವ ಪ್ರಮಾಣವು (Ratio) ನಿಯತವಾಗಿರುತ್ತದೆ.

ಎರಡನೆಯ ನಿಯಮವನ್ನು ಸ್ನೆಲ್ ನಿಯಮವೆಂದು ಕರೆಯಲಾಗುತ್ತದೆ.

ಚಿತ್ರ 6.3.1 ರಲ್ಲಿ; $\frac{\text{Sin i}}{\text{Sin r}}$ = ಸ್ಥಿರಾಂಕ = ${}_1n_2$ --------------6.3.1

ಈ ಸ್ಥಿರಾಂಕಕ್ಕೆ **ವಕ್ರೀಭವನಾಂಕವೆಂದು ಹೆಸರು.** ${}_1n_2$ ಎಂದರೆ ಮೊದಲನೆಯ ಮಧ್ಯವರ್ತಿಗೆ ಅನುಗುಣವಾಗಿ ಎರಡನೆಯ ಮಧ್ಯವರ್ತಿಯ ವಕ್ರೀಭವನಾಂಕ

(ವಕ್ರೀಭವನಾಂಕವನ್ನು μ ಎಂಬ ಸಂಕೇತದಿಂದ ಹಿಂದೆ ಸೂಚಿಸಲಾಗುತ್ತಿತ್ತು, ಈಗ n ಚಿಹ್ನೆಯನ್ನು ಎಲ್ಲಾ ದೇಶಗಳಲ್ಲಿಯೂ ಬಳಸಲಾಗುತ್ತಿದೆ)

ನಿರಪೇಕ್ಷ ವಕ್ರೀಭವನಾಂಕ (Absolute Refractive index)

ಗಾಳಿ ಅಥವಾ ಶೂನ್ಯ ಮಧ್ಯವರ್ತಿಗೆ ಅನುಗುಣವಾಗಿ ಎರಡನೆಯ ಮಧ್ಯವರ್ತಿಯಲ್ಲಾಗುವ ದಿಕ್ಪಲ್ಲಟವನ್ನು ಸೂಚಿಸುವ ವಕ್ರೀಭವನಾಂಕಕ್ಕೆ, ನಿರಪೇಕ್ಷ ವಕ್ರೀಭವನಾಂಕವೆಂದು ಹೆಸರು. ಹಾಗಿಲ್ಲದೆ ಬೇರೆ ಯಾವುದಾದರೂ ಎರಡು ಮಧ್ಯವರ್ತಿಗಳಿಗೆ ಸಂಬಂಧಿಸಿದಂತೆ ದಿಕ್ಪಲ್ಲಟವನ್ನು ಸೂಚಿಸುವ ವಕ್ರೀಭವನಾಂಕವನ್ನು ಸಾಪೇಕ್ಷ ವಕ್ರೀಭವನಾಂಕವೆಂದು ಕರೆಯಲಾಗುತ್ತದೆ.

ವಕ್ರೀಭವನಾಂಕವನ್ನು, ಎರಡು ಮಧ್ಯವರ್ತಿಗಳಲ್ಲಿ ಬೆಳಕಿನ ವೇಗಗಳ ಪ್ರಮಾಣದ ಸ್ಥಿರಾಂಕವಾಗಿಯೂ ಸೂಚಿಸಬಹುದು. ಮಧ್ಯವರ್ತಿಗಳಾದ 1 ಮತ್ತು 2 ರಲ್ಲಿನ ಬೆಳಕಿನ ವೇಗವು ಅನುಕ್ರಮವಾಗಿ V_1 ಮತ್ತು V_2 ಆಗಿದ್ದಲ್ಲಿ

$${}_1n_2 = \frac{V_1}{V_2} \qquad \text{----------6.3.2}$$

ಸಾಪೇಕ್ಷ ವಕ್ರೀಭವನಾಂಕ

ಶೂನ್ಯ (ಅಥವಾ ಗಾಳಿ) ಮಧ್ಯವರ್ತಿಯಲ್ಲಿ C ವೇಗದಿಂದ ಚಲಿಸುತ್ತಿರುವ ಬೆಳಕಿನ ಕಿರಣವು ಎರಡನೆಯ ಮಧ್ಯವರ್ತಿಯಲ್ಲಿ V_1 ವೇಗದಿಂದ ಚಲಿಸಿದರೆ

$$n_1 = c / V_1$$

ಇದೇ ರೀತಿ ಶೂನ್ಯಮಧ್ಯವರ್ತಿಯಿಂದ ಎರಡನೆಯ ಮಧ್ಯವರ್ತಿಯಲ್ಲಿ V_2 ವೇಗದಿಂದ ಚಲಿಸಿದರೆ

$$n_2 = c / V_2$$

$\therefore n_2 / n_1 = V_1 / V_2$ ----------------6.3.3

6.3.2 ಮತ್ತು 6.3.3 ಗಳನ್ನು ಹೋಲಿಸಿದಾಗ

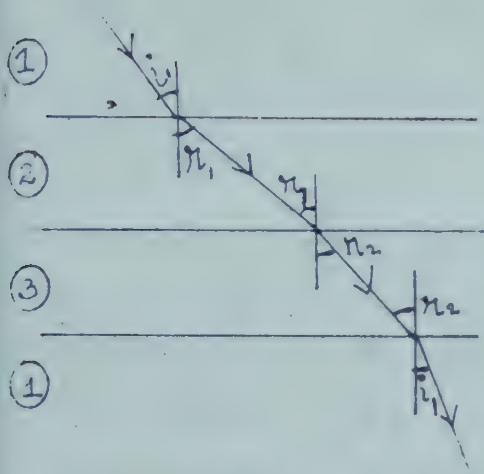
${}_1n_2 = n_2 / n_1$ -------------6.3.4

6.3.1 ಮತ್ತು 6.3.4ನ್ನು ಹೋಲಿಸಿದಾಗ

$\frac{\sin i}{\sin r} = n_2 / n_1$ ಅಥವಾ $n_1 \operatorname{Sin} i = n_2 \sin r$

ಅನೇಕ ವಕ್ರೀಭವನಕಾರಕ ಮಧ್ಯವರ್ತಿಗಳಲ್ಲಿ ವಕ್ರೀಭವನ

ಒಂದು ಬೆಳಕಿನ ಕಿರಣವು ಅನೇಕ ಮಧ್ಯವರ್ತಿಗಳ ಮೂಲಕ ಹಾದುಹೋದಾಗ ಸಂಭವಿಸುವ ದಿಕ್ಪಲ್ಲಟವನ್ನು, ಸಾಪೇಕ್ಷ ವಕ್ರೀಭವನಾಂಕವನ್ನು ಕಂಡುಹಿಡಿಯುವ ಸೂತ್ರವನ್ನು ಅನ್ವಯಿಸಿ ಕಂಡುಹಿಡಿಯಬಹುದು.



ಚಿತ್ರ 6.3.2

ಮಧ್ಯವರ್ತಿ 1 ರಲ್ಲಿ ನ ಪತನಕಿರಣವು ಮಧ್ಯವರ್ತಿ 2, 3 ರಲ್ಲಿ ವಕ್ರೀಭವನಗೊಂಡು ಮತ್ತೆ ಮಧ್ಯವರ್ತಿ 1ನ್ನು ಪ್ರವೇಶಿಸಲಿ.

$$\frac{n_2}{n_1} = \frac{\sin i_1}{\sin r_1}$$

ಅದೇ ರೀತಿ $\frac{n_3}{n_2} = \frac{\sin r_1}{\sin r_2}$

ಹಾಗೂ $\frac{n_1}{n_3} = \frac{\sin r_2}{\sin r_1}$

ಅಥವಾ ${}_1n_2 \times {}_2n_3 \times {}_3n_1 = \frac{\sin i_1}{\sin r_1} \times \frac{\sin r_1}{\sin r_2} \times \frac{\sin r_2}{\sin i_1}$

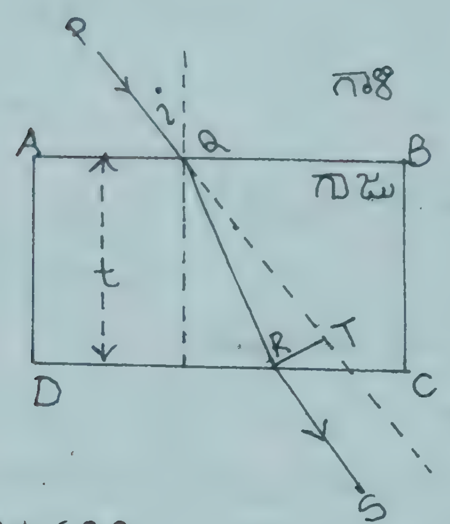
$= 1$

ಅಂದರೆ ${}_1n_2 \times {}_2n_3 = \frac{1}{{}_3n_1} = {}_1n_3$

ಇದನ್ನೇ ಸಾರ್ವತ್ರೀಕರಿಸಿ

${}_an_d = {}_an_b \times {}_bn_c \times {}_cn_d$ ಎಂದು ಬರೆಯಬಹುದು.

ಪಾರ್ಶ್ವ ಪಲ್ಲಟ



ಚಿತ್ರ 6.3.3

ಚಿತ್ರ 6.3.3 ರಲ್ಲಿ ABCD ಎಂಬ ಆಯತ ಗಾಜಿನ ಚಪ್ಪಡಿಯಮೂಲಕ ಬೆಳಕು ಹಾದು ಹೋದಾಗ ಸಂಭವಿಸುವ ದಿಕ್ಪಲ್ಲಟವನ್ನು ತೋರಿಸಿದೆ. ಗಾಜಿನ ನಿರಪೇಕ್ಷ ವಕ್ರೀಭವನಾಂಕವು n ಆಗಿರಲಿ. ಚಿತ್ರ 6.3.3 ರಲ್ಲಿ ನಿರ್ಗಮನರೇಖೆಯು ಪತನರೇಖೆಯ ದಿಕ್ಕಿನಿಂದ ಪಕ್ಕಕ್ಕೆ ಸರಿದಿದೆ. ಇವುಗಳಿಗಿರುವ ಲಂಬದೂರ (RT) ವನ್ನು ಪಾರ್ಶ್ವಪಲ್ಲಟವೆಂದು ಕರೆಯಲಾಗುತ್ತದೆ.

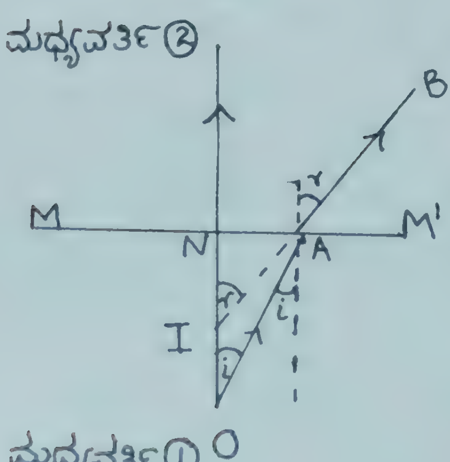
$RT = t \sec r \sin (i - r)$------6.3.5

ಎಂದು ಸಾಧಿಸಬಹುದು

ಸಮೀಕರಣ 6.3.5 ರಿಂದ, ಪಾರ್ಶ್ವಪಲ್ಲಟವು ಚಪ್ಪಡಿಯ ದಪ್ಪ (t) ಪತನಕೋನ (i) ಮತ್ತು ಚಪ್ಪಡಿಯ ವಕ್ರೀಭವನಾಂಕಗಳನ್ನು ಅವಲಂಬಿಸಿದೆಯೆಂಬುದು ತಿಳಿಯುತ್ತದೆ. ಇದರೊಂದಿಗೆ ಚಪ್ಪಡಿಯನ್ನು ಆವರಿಸಿರುವ ಮಾಧ್ಯಮದ ವಕ್ರೀಭವನಾಂಕವು ಕೂಡ ಪಾರ್ಶ್ವಪಲ್ಲಟದ ಮೇಲೆ ಪರಿಣಾಮಬೀರುತ್ತದೆ.

ಲಂಬ ಪಲ್ಲಟ

ಸಾಂದ್ರ ಮಧ್ಯವರ್ತಿಯಲ್ಲಿನ ವಸ್ತುವನ್ನು ವಿರಳ ಮಧ್ಯವರ್ತಿಯಿಂದ ನೋಡಿದಾಗ ಅದು ಸೀಮಾತಲಕ್ಕೆ ಹತ್ತಿರಬಂದಂತೆ ಭಾಸವಾಗುತ್ತದೆ. ನೀರಿನಲ್ಲಿರುವ ಮೀನಿಗೆ ಹೊರಜಗತ್ತಿನಲ್ಲಿನ ವಸ್ತುಗಳು ಅವುಗಳಿಗಿರುವ ನೈಜದೂರಕ್ಕಿಂತ ಹೆಚ್ಚು ದೂರದಲ್ಲಿರುವಂತೆ ತೋರುತ್ತವೆ. ಇವು ಬೆಳಕಿನ ವಕ್ರೀಭವನದಿಂದಾಗುವ ಪರಿಣಾಮಗಳು. ಈ ಪರಿಣಾಮವನ್ನು ಚಿತ್ರ 6.3.4 ರಲ್ಲಿ ತೋರಿಸಿದೆ.



ಚಿತ್ರ 6.3.4

MM^1 – ಸೀಮಾತಲ

O – ಪ್ರಕಾಶಮಾನ ಬಿಂದು, ಹೆಚ್ಚು ಸಾಂದ್ರಮಾಧ್ಯಮದಲ್ಲಿದೆ

I – ಮಿಥ್ಯಪ್ರತಿಬಿಂಬ

ON – ಲಂಬದ ನೇರದಲ್ಲಿ ನೋಡಿದಾಗ ವಸ್ತುವು ಸೀಮಾತಲಕ್ಕೆ ಹತ್ತಿರಕ್ಕೆ ಬಂದಂತೆ ತೋರುತ್ತದೆ.

OI – ಲಂಬಪಲ್ಲಟ

ಸೀಮಾತಲದಿಂದ ವಸ್ತುವಿನ ನೈಜಆಳ = ON = u

ತೋರಿಕೆಯ ಆಳ NI = v

ಮಧ್ಯವರ್ತಿ 2 ಶೂನ್ಯ (ಅಥವಾ ಗಾಳಿ) ಯಾಗಿದ್ದಾಗ, ಮಧ್ಯವರ್ತಿ 1 ರ ವಕ್ರೀಭವನಾಂಕವು n ಆಗಿದ್ದಲ್ಲಿ; n = u /v ಮತ್ತು

ಲಂಬಪಲ್ಲಟ (OI) = $S_n = u\left(1 - \frac{1}{n}\right)$ --------6.3.6

ಸೂಚನೆ: 1. ಲಂಬನೇರದಲ್ಲಿ ಸ್ಥಾನಪಲ್ಲಟವು ವಸ್ತುವಿನ ನೈಜಆಳ ಮತ್ತು ಮಧ್ಯವರ್ತಿಯ ವಕ್ರೀಭವನಾಂಕಗಳನ್ನು ಅವಲಂಬಿಸಿರುತ್ತದೆ.

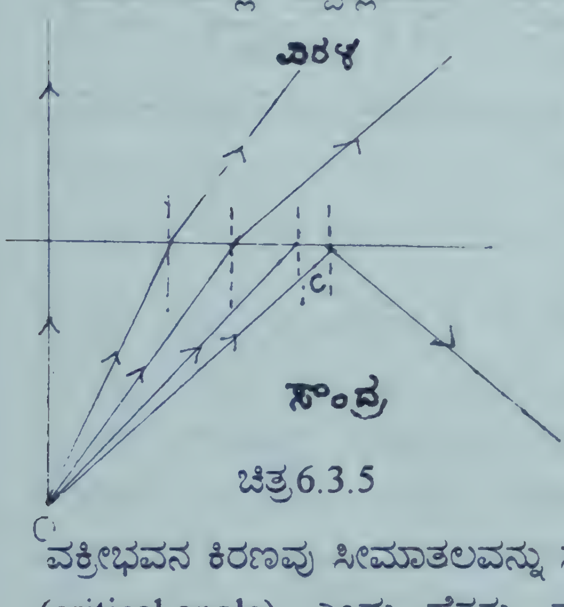
2. ಮಧ್ಯವರ್ತಿ 1ರ ನಿರಪೇಕ್ಷ ವಕ್ರೀಭವನಾಂಕವು n_1 ಆಗಿದ್ದು, 2ನೇ ಮಧ್ಯವರ್ತಿಯದ್ದು n_2 ಆಗಿದ್ದಲ್ಲಿ $S_n = u\left(1 - \frac{n_2}{n_1}\right)$

3. n = ನೈಜಆಳ / ತೋರಿಕೆಯ ಆಳ

4. ಪ್ರಕಾಶಮಾನ ಬಿಂದುವು ವಿರಳಮಧ್ಯವರ್ತಿಯಲ್ಲಿದ್ದಾಗ, Sn = u (n –1)

ಪೂರ್ಣಾಂತರಿಕ ಪ್ರತಿಫಲನ

ಬೆಳಕಿನ ಕಿರಣಗಳು ಸಾಂದ್ರಮಧ್ಯವರ್ತಿಯಿಂದ ವಿರಳಮಧ್ಯವರ್ತಿಯನ್ನು ಪ್ರವೇಶಿಸುವಾಗ, ಸೀಮಾತಲದಲ್ಲಿ ದಿಕ್ಪಲ್ಲಟವಾಗಿ ಕಿರಣಗಳು ಲಂಬದಿಂದ ದೂರ ಸರಿಯುತ್ತವೆ. ಇದರಿಂದಾಗಿ ವಕ್ರೀಭವನ ಕೋನವು ಪತನಕೋನಕ್ಕಿಂತ ಜಾಸ್ತಿಯಾಗಿರುತ್ತದೆ. ಪತನಕೋನವು ಹೆಚ್ಚಿದಂತೆ ವಕ್ರೀಭವನ ಕೋನವೂ ಹೆಚ್ಚುತ್ತಾ ಹೋಗುತ್ತದೆ. ಹೀಗೆಯೇ ಮುಂದುವರಿದು ಕಿರಣವು ಒಂದು ನಿರ್ದಿಷ್ಟ ಕೋನದಲ್ಲಿ ಪತನವಾದಾಗ ವಕ್ರೀಭವನ ಕೋನವು 90^0 ಆಗುತ್ತದೆ; ವಕ್ರೀಭವನ ಕಿರಣವು ಸೀಮಾತಲವನ್ನು ಸವರಿಕೊಂಡು ಹೋಗುತ್ತದೆ. ಆಗ ಸೀಮಾತಲವು ಕನ್ನಡಿಯಂತೆ ಹೊಳೆಯುತ್ತದೆ.



ಚಿತ್ರ6.3.5

ವಕ್ರೀಭವನ ಕಿರಣವು ಸೀಮಾತಲವನ್ನು ಸವರುವಾಗಿನ ಪತನಕೋನಕ್ಕೆ **ಅವಧಿಕ ಕೋನ** (critical angle) ಎಂದು ಹೆಸರು. ಪತನಕೋನವು ಇದಕ್ಕಿಂತ ಹೆಚ್ಚಾದಾಗ ಬೆಳಕು ಸೀಮಾತಲವು ದರ್ಪಣವಾಗಿದ್ದರೆ ಹೇಗೋ ಹಾಗೆ ಪ್ರತಿಫಲನ ಹೊಂದುತ್ತದೆ. ಈ ರೀತಿಯ ಪ್ರತಿಫಲನಕ್ಕೆ **ಪೂರ್ಣಾಂತರಿಕ ಪ್ರತಿಫಲನ** (total internal reflection) ಎಂದು ಹೆಸರು.

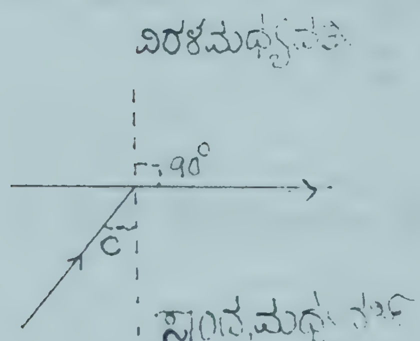
ಪೂರ್ಣಾಂತರಿಕ ಪ್ರತಿಫಲನ ನಿಬಂಧನೆಗಳು

1. ಬೆಳಕಿನ ಕಿರಣವು ಹೆಚ್ಚುಸಾಂದ್ರತೆಯ ಮಧ್ಯವರ್ತಿಯಿಂದ ವಿರಳಸಾಂದ್ರತೆಯ ಮಧ್ಯವರ್ತಿಯತ್ತ ಸಾಗಬೇಕು.

2. ಪತನಕೋನವು ಎರಡು ಮಧ್ಯವರ್ತಿಗಳಿಗೆ ಸಂಬಂಧಿಸಿದ ಅವಧಿಕಕೋನಕ್ಕಿಂತ ಹೆಚ್ಚಾಗಿರಬೇಕು.

ವಜ್ರಗಳ ಕಾಂತಿ, ಮರಳುಗಾಡಿನ ಮರೀಚಿಕೆ, ರಸ್ತೆಯಮೇಲೆ ನೀರಿನ ಹರವಿನಂತೆ ಕಣ್ಣಿಗೆ ತೋರುವ ಭ್ರಾಂತಿಯ ದೃಶ್ಯ ಮುಂತಾದವುಗಳು ಪೂರ್ಣಾಂತರಿಕ ಪ್ರತಿಫಲನದ ಪರಿಣಾಮಗಳು.

ಅವಧಿಕಕೋನ ಮತ್ತು ವಕ್ರೀಭವನಾಂಕಗಳ ಸಂಬಂಧ



ಚಿತ್ರ6.3.6

ಪತನಕೋನವು ಅವಧಿಕಕೋನ (c) ಕ್ಕೆ ಸಮನಾದಾಗ ವಕ್ರೀಭವನಕೋನವು 90^0 ಆಗಿರುತ್ತದೆ.

ಸ್ನೆಲ್ ನಿಯಮಾನುಸಾರ

$$_1n_2 = \frac{\text{Sin C}}{\text{Sin r}} = \frac{\text{Sin C}}{\text{Sin } 90^0} = \text{Sin C}$$

ಅಥವಾ $_2n_1 = 1/\text{Sin c}$; ಎರಡನೆಯ ಮಧ್ಯವರ್ತಿ ಶೂನ್ಯವಾಗಿದ್ದಾಗ

$$n_2 = 1 \ \therefore\ n_1 = \frac{1}{\text{Sin C}} \quad \text{ಇದನ್ನೆ } n = \frac{1}{\text{Sin C}} \quad \text{---6.3.7}$$

ಎಂದು ಸಾಮಾನ್ಯ ಸೂತ್ರರೂಪದಲ್ಲಿ ಬರೆಯಬಹುದು. n ಸಾಂದ್ರಮಾಧ್ಯಮದ ನಿರಪೇಕ್ಷ ವಕ್ರೀಭವನಾಂಕ.

ದ್ಯುತಿತಂತು (optical fibre)

ಪೂರ್ಣಾಂತರಿಕಪ್ರತಿಫಲನ ತತ್ವದ ಮೇಲೆ ಕೆಲಸಮಾಡುವ ವಿಶಿಷ್ಟ ರೀತಿಯ ದ್ಯುತಿತಂತುಗಳ ನಿರ್ಮಾಣದಿಂದಾಗಿ ಸುದ್ದಿ ಪ್ರಸಾರದಲ್ಲಿ, ಚಿತ್ರಗಳನ್ನು ತಂತಿಗಳ ಮುಖೇನ ರವಾನಿಸುವಲ್ಲಿ, ವೈದ್ಯಕೀಯ ತಪಾಸಣೆಯೇ ಮುಂತಾದ ಕ್ಷೇತ್ರಗಳಲ್ಲಿ, ಅದ್ಭುತ ಪ್ರಗತಿಯಾಗಿದೆ. ವಿಶಿಷ್ಟಗುಣವುಳ್ಳ ಗಾಜು ಅಥವಾ ಕ್ವಾರ್ಟ್ಸ್ ಬಳಸಿ ಈ ತಂತಿಗಳನ್ನು ನಿರ್ಮಿಸಲಾಗುತ್ತದೆ. ಇಂತಹ ಎಳೆಗಳ ವಕ್ರೀಭವನಾಂಕವು ಹೆಚ್ಚಾಗಿದ್ದು (1.7) ಅದರ ಮೇಲೆ ಕಡಿಮೆ ವಕ್ರೀಭವನಾಂಕದ (1.5) ವಸ್ತುವಿನ ತೆಳುಲೇಪನವಿರುತ್ತದೆ. ಪ್ರತಿ ಎಳೆಯ ವ್ಯಾಸ ಸುಮಾರು 1 ಮೈಕ್ರೊಮೀಟರಿನಷ್ಟಿರುತ್ತದೆ.

ದ್ಯುತಿತಂತುವಿನ ಒಂದು ತುದಿಯಮೇಲೆ ಬೆಳಕು ಬಿದ್ದಾಗ ಅದರೊಳಗೆ ಪ್ರವಹಿಸುವ ಬೆಳಕಿನ ಕಿರಣಗಳು ಪೂರ್ಣಾಂತರಿಕ ಪ್ರತಿಫಲನಗೊಂಡು ತಂತಿಯ

ಮತ್ತೊಂದು ತುದಿಯಿಂದ ಹೊರಬರುತ್ತವೆ. ಹೀಗಾಗಿ ದ್ಯುತಿತಂತುವು ಒಂದು ರೀತಿಯಲ್ಲಿ ತರಂಗದರ್ಶಿ (wave guide) ಯಂತೆ ಕೆಲಸಮಾಡುತ್ತವೆ.



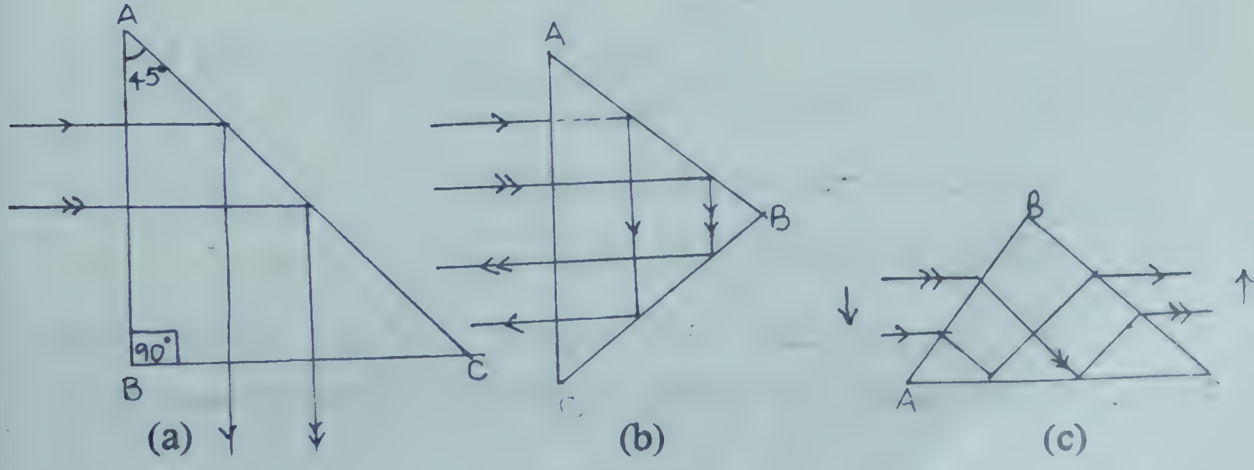
ಚಿತ್ರ 6.3.7

ಅನೇಕ ದ್ಯುತಿತಂತುಗಳನ್ನು ಒಟ್ಟಿಗೆ ಸೇರಿಸಿ ಬಂಧಿತತಂತಿಯನ್ನು ಕೇಬಲ್‌ಗಳಂತೆ ಬಳಸಬಹುದು. ಇದು ಒಂದು ರೀತಿಯಲ್ಲಿ ಬೆಳಕಿನ ಕೊಳವೆಯಂತೆ ಕೆಲಸಮಾಡುತ್ತದೆ. ಸಂದೇಶಗಳ ಪ್ರಸಾರದಲ್ಲಿ ಇದೊಂದು ಮಹತ್ವದ ಸಾಧನವಾಗಲಿದೆ. ವೈದ್ಯಕೀಯ ಕ್ಷೇತ್ರದಲ್ಲಿ ದೇಹದ ಒಳ ಭಾಗಗಳನ್ನು ಪರೀಕ್ಷಿಸಲು ಎಂಡೊಸ್ಕೋಪ್ ಎಂಬ ಸಾಧನವನ್ನು ಬಳಸುತ್ತಾರೆ. ಕರುಳು ಹುಣ್ಣಿನ ಪರೀಕ್ಷೆಯಲ್ಲಿ ಇದೊಂದು ಅತ್ಯುತ್ತಮ ಪರೀಕ್ಷಾಸಾಧನ.

ದ್ಯುತಿತಂತುಗಳನ್ನು ಬಳಸಿ ದ್ಯುತಿಸೋಸುಕ (optical filter) ಗಳನ್ನು ನಿರ್ಮಾಣಮಾಡಲಾಗುತ್ತಿದೆ. ಕಂಪ್ಯೂಟರ್‌ಗಳಲ್ಲಿ ಇವುಗಳ ಬಳಕೆ ವಿಶೇಷವಾಗಿದೆ.

ಪೂರ್ಣಾಂತರಿಕ ಪ್ರತಿಫಲನದ ಪಟ್ಟಕಗಳು

ಪೂರ್ಣಾಂತರಿಕ ಪ್ರತಿಫಲನವು ಸಾಮಾನ್ಯ ಪ್ರತಿಫಲನಕ್ಕಿಂತ ಹೆಚ್ಚು ಪರಿಣಾಮಕಾರಿ. ಅವಧಿಕಕೋನಕ್ಕಿಂತ ಹೆಚ್ಚಾದ ಕೋನದಲ್ಲಿ ಪತನವಾಗುವ ಎಲ್ಲ ಕಿರಣಗಳೂ ಪ್ರತಿಫಲನ ಹೊಂದುತ್ತವೆ. ಆದ್ದರಿಂದ 100% ಪ್ರತಿಫಲನ ಪಡೆಯಬಹುದು. ಸಾಮಾನ್ಯದರ್ಪಣಗಳಲ್ಲಿ ಕಾಣಬರುವ ಹಲವು ಪ್ರತಿಬಿಂಬಗಳಾಗಲಿ, ಹೊಳಪುಬರಿಸುವ ಲೇಪನ ಹಾಳಾಗುವುದಾಗಲಿ, ಬೆಳಕಿನ ಹೀರುವಿಕೆಯಿಂದಾಗಿ ಪ್ರಕಾಶ ಕಡಿಮೆಯಾಗುವುದಾಗಲಿ; ಪೂರ್ಣಾಂತರಿಕ ಪ್ರತಿಫಲನವಿದ್ದಾಗ ಆಗುವುದಿಲ್ಲ. ಈ ಕಾರಣಗಳಿಂದಾಗಿ, ಸಾಮಾನ್ಯವಾಗಿ, ಲಂಬಕೋನದ ಸಮದ್ವಿಬಾಹು ತ್ರಿಭುಜಾಕೃತಿಯ ಪಟ್ಟಕಗಳನ್ನು ಬಳಸಲಾಗುತ್ತದೆ. ಇಂತಹ ಪಟ್ಟಕವನ್ನು ಚಿತ್ರ 6.3.6 ರಲ್ಲಿ ತೋರಿಸಿರುವಂತೆ ಮೂರು ವಿಧವಾಗಿ ಬಳಸಬಹುದು.



(a) (b) (c)

ಚಿತ್ರ 6.3.8

ಚಿತ್ರ (a) ದಲ್ಲಿ ತೋರಿಸಿರುವಂತೆ ಲಂಬವಾಗಿ ಪತನಗೊಂಡ ಬೆಳಕಿನ ಕಿರಣವು AC ಮೇಲೆ 45^0 ಕೋನದಲ್ಲಿ ಪತನಗೊಳ್ಳುತ್ತದೆ. ಗಾಜಿನ ಅವಧಿಕಕೋನ ಸುಮಾರು 42^0. ಹೀಗಾಗಿ ಪೂರ್ಣಾಂತರಿಕ ಪ್ರತಿಫಲನವಾಗಿ ಕಿರಣಗಳು BC ಮೂಲಕ ಹೊರಬರುತ್ತವೆ. ಪತನಕಿರಣಗಳು ಪಟ್ಟಕದಿಂದ ಹೊರಬರುವವೇಳೆಗೆ 90^0 ತಿರುಗಿರುತ್ತವೆ. ಇದನ್ನು ಪೆರಿಸ್ಕೋಪ್‌ಗಳಲ್ಲಿ, ಸಬ್‌ಮೆರಿನ್‌ಗಳಲ್ಲಿ ಬಳಸುತ್ತಾರೆ.

ಚಿತ್ರ (b) ನಲ್ಲಿ ಪತನಕಿರಣವನ್ನು 180^0 ಗಳಷ್ಟು ತಿರುಗಿಸಲಾಗಿದೆ. ಪಟ್ಟಕವನ್ನು ಈ ರೀತಿಯಾಗಿ ದುರ್ಬೀನುಗಳಲ್ಲಿ ಬಳಸಲಾಗುತ್ತದೆ.

ಚಿತ್ರ (c) ನಲ್ಲಿ ಪಟ್ಟಕವು ತಲೆಕೆಳಗಾದ ಬಿಂಬವನ್ನು ನೇರಗೊಳಿಸಿದೆ. ಪಟ್ಟಕಗಳನ್ನು ಈ ರೀತಿಯಾಗಿ ಬಿಂಬಗಳನ್ನು ನೇರಗೊಳಿಸುವ ಸಾಧನವಾಗಿ ಬಳಸಬಹುದು.

ವಕ್ರೀಭವನದಿಂದಾಗಿ ಪ್ರಕೃತಿಯಲ್ಲಿ ಕಂಡುಬರುವ ಕೆಲವು ಘಟನೆಗಳನ್ನು ಇಲ್ಲಿ ಕೊಡಲಾಗಿದೆ. (i) ಸೂರ್ಯ ಹುಟ್ಟುವುದಕ್ಕೆ (ಕ್ಷಿತಿಜದಿಂದ ಮೇಲೆ ಬರಲು) ಸುಮಾರು 2 ನಿ.ಗಳ ಮೊದಲೇ ಕಾಣುವುದು ಮತ್ತು ಸೂರ್ಯ ಮುಳುಗಿದ ನಂತರವೂ, ಸುಮಾರು 2 ನಿ. ಗಳ ಕಾಲ ಕಾಣಿಸುತ್ತದೆ.

(ii) ನಕ್ಷತ್ರಗಳು ಮಿನುಗುತ್ತಿರುವಂತೆ ಭಾಸವಾಗುವುದಕ್ಕೆ ಕೂಡ ವಾತಾವರಣದಲ್ಲಿ ಬೇರೆ ಬೇರೆ ಪದರಗಳಲ್ಲಿ ಉಂಟಾಗುವ ವಕ್ರೀಭವನವೇ ಕಾರಣ.

(iii) ಸಾಧಾರಣ ಗಾಜಿಗಿಂತ ವಜ್ರವು ಹೊಳೆಯಲು ಪೂರ್ಣಾಂತರಿಕ ಪ್ರತಿಫಲನವು ಕಾರಣವಾಗಿದೆ. ವಜ್ರದ ವಕ್ರೀಭವನಾಂಕವು ಹೆಚ್ಚಾಗಿದ್ದು ಅದರ ಅವಧಿಕಕೋನವು ಸುಮಾರು 21.4^0

(iv) ಬೇಸಿಗೆಯಲ್ಲಿ ಭೂಮಿ, ಮರಳು ಕಾದು ಬಿಸಿಗಾಳಿಯ ಪದರದ ಮೇಲೆ ಸಾಪೇಕ್ಷವಾಗಿ ಹೆಚ್ಚುಸಾಂದ್ರತೆಯ ತಣ್ಣನೆಯ ಗಾಳಿಯಿರುತ್ತದೆ. ವಾತಾವರಣದ ಮೇಲಿನಿಂದ ಭೂಮಿಯತ್ತ ಸಾಗುತ್ತಿರುವ ಬೆಳಕಿನ ಕಿರಣಗಳು ಪೂರ್ಣಾಂತರಿಕ ಪ್ರತಿಫಲನಗೊಳ್ಳುತ್ತವೆ. ಇದರಿಂದಾಗಿ ನೀಲಿ ಆಕಾಶದ ಪ್ರತಿಬಿಂಬವೋ, ದೂರದ ಮರದ ಪ್ರತಿಬಿಂಬವೋ ಮೂಡಿದಂತೆ ಭ್ರಮೆಯುಂಟಾಗುತ್ತದೆ. ಇದೇ ಮರೀಚಿಕೆ (Mirage).

ಉದಾಹರಣೆಗಳು

1. ಗಾಜಿನ ವಕ್ರೀಭವನಾಂಕ 1.5. ಬೆಳಕಿನ ಕಿರಣವು ಗಾಳಿಯಲ್ಲಿ ಹಾದು ಗಾಜಿನ ಮೇಲೆ 40^0 ಕೋನದಲ್ಲಿ ಅಧಿಪತನವಾಗುತ್ತಿದೆ. ವಕ್ರೀಭವನ ಕೋನವನ್ನು ಕಂಡುಹಿಡಿಯಿರಿ.

$n = 1.5, \quad i = 40^0 \qquad r = ?$

ಸ್ನೆಲ್ ನಿಯಮಾನುಸಾರ $n = \frac{\text{Sin } i}{\text{Sin } r} \therefore \sin r = \frac{\text{Sin } i}{n} = \frac{\text{Sin } 40}{1.5}$

ಆದ್ದರಿಂದ $r = \text{Sin}^{-1}(0.4285) = 25^0\ 17^1$

ವಕ್ರೀಭವನಕೋನ $= 25^0\ 17^1$

2. ವಕ್ರೀಭವನಾಂಕವು 1.5 ಇರುವ ಗಾಜಿನಲ್ಲಿ ಬೆಳಕಿನ ವೇಗವು 2×10^8 m/s ಆದಲ್ಲಿ ಅದರ ವೇಗವು ನಿರ್ವಾತದಲ್ಲಿ ಚಲಿಸುವಾಗ ಎಷ್ಟಿರುತ್ತದೆ?

$n_g = 1.5$, $vg = 2 \times 10^8$ m/s $Va = ?$

$n_g = Va / Vg \therefore Va = n_g Vg = 1.5 \times 2 \times 10^8 = 3 \times 10^8$

ನಿರ್ವಾತ ಅಥವಾ ಗಾಳಿಯಲ್ಲಿ ಬೆಳಕಿನ ವೇಗವು 3×10^8 m/s ಆಗಿರುತ್ತದೆ.

3. ಒಂದು ಬೆಳಕಿನ ಕಿರಣವು ಗಾಜಿನಿಂದ ನೀರಿಗೆ ಪ್ರವಹಿಸುತ್ತಿದೆ. ಅದು 40^0 ಕೋನದಲ್ಲಿ ಪತನವಾಗಿ 7^0 ಗಳಷ್ಟು ದಿಕ್ಪಲ್ಲಟಗೊಳ್ಳುತ್ತದೆ. ನೀರಿನ ವಕ್ರೀಭವನಾಂಕವು 4/3 ಆದಲ್ಲಿ ಗಾಜಿನ ವಕ್ರೀಭವನಾಂಕವೆಷ್ಟಿರಬೇಕು?

ಗಾಜಿನಿಂದ ನೀರಿಗೆ ಬೆಳಕು ಪ್ರಸಾರವಾದಾಗ ಅದು ಸಾಂದ್ರಮಾಧ್ಯಮದಿಂದ ವಿರಳಮಾಧ್ಯವನ್ನು ಪ್ರವೇಶಿಸುತ್ತದೆ. ಹೀಗಾಗಿ;

ವಕ್ರೀಭವನಕೋನ = ಪತನಕೋನ + ದಿಕ್ಪಲ್ಲಟಕೋನ

$$= 40^0 + 7^0 = 47^0$$

ಸ್ನೆಲ್ ನಿಯಮಾನುಸಾರ; $\frac{\text{Sin } i}{\text{Sin } r}$ = n ನೀರು / n ಗಾಜು

ಇಲ್ಲಿ $\frac{\text{Sin } i}{\text{Sin } r} = \frac{\text{Sin } 40^0}{\text{Sin } 47^0} = 0.8787$

ನೀರಿನ ವಕ್ರಿಭವನಾಂಕ 4/3

$\therefore$ ಗಾಜಿನವಕ್ರೀಭವನಾಂಕ = $\frac{4}{3} \times \frac{1}{0.8787} = 1.517$

4. ಒಂದು ಬೆಳಕಿನ ಕಿರಣವು ಆಯತಾಕಾರದ ಗಾಜಿನ ಚಪ್ಪಡಿಯ ಮೇಲೆ 30^0 ಕೋನದಲ್ಲಿ ಪತನವಾಗಿದೆ. ಚಪ್ಪಡಿಯ ದಪ್ಪ 0.10m ಮತ್ತು ಗಾಜಿನವಕ್ರೀಭವನಾಂಕವು 1.5 ಆದಾಗ ಕಿರಣವು ಹೊಂದುವ ಪಾರ್ಶ್ವಪಲ್ಲಟವೆಷ್ಟು?

$i = 30^0$, $n = 1.5$, $t = 0.10$m, $S_L = ?$

$$n = \frac{\text{Sin } i}{\text{Sin } r} \therefore \text{Sin } r = \frac{\text{Sin } i}{n} = \frac{\text{Sin } 30}{1.5} = 0.3333$$

$$r = 19^0\ 28^1$$

$$S_L = \frac{t}{\cos r} \text{Sin } (i - r) = \frac{0.10 \text{ Sin } (30^0 - 19^0\ 28^1)}{\cos (19^0\ 28^1)}$$

ಪಾರ್ಶ್ವಪಲ್ಲಟ = 0.0194m

5. ವಸ್ತುವೊಂದನ್ನು 0.2m ವಕ್ರತಾ ತ್ರಿಜ್ಯವುಳ್ಳ ನಿಮ್ನ ದರ್ಪಣದ ಮುಂದೆ 0.30m ದೂರದಲ್ಲಿಡಲಾಗಿದೆ. 0.06m ದಪ್ಪದ ಒಂದು ಗಾಜಿನ ಚಪ್ಪಡಿಯನ್ನು ವಸ್ತು ಮತ್ತು ದರ್ಪಣದ ನಡುವೆ ಇಟ್ಟರೆ ಪ್ರತಿಬಿಂಬದ ಸ್ಥಾನದಲ್ಲಿ ಆಗುವ ಬದಲಾವಣೆಯೆಷ್ಟು? ($n_g=1.5$)

ಚಪ್ಪಡಿಯನ್ನು ಇಡುವ ಮೊದಲು;

$$u = 0.30m,\ f = \frac{r}{2} = \frac{0.2}{2} = 0.1m$$

$$\frac{1}{v} = \frac{1}{f} - \frac{1}{u} = \frac{1}{0.1} - \frac{1}{0.30} = \frac{1}{0.15}$$

$\therefore V = 0.15m$

ಗಾಜಿನ ಚಪ್ಪಡಿಯನ್ನು ಇಡುವುದರಿಂದಾಗುವ ಲಂಬಪಲ್ಲಟ $= t\,(1 - \frac{1}{n})$

$$S_N = 0.06\,(1 - \frac{1}{1.5}) = 0.02m$$

ವಸ್ತುವಿನ ದೂರ $= 0.30 - 0.02 = 0.28m$

$$\frac{1}{v} = \frac{1}{f} - \frac{1}{u} = \frac{1}{0.1} - \frac{1}{0.28} \quad \therefore v = 0.1555m$$

ಪ್ರತಿಬಿಂಬದ ಸ್ಥಾನದಲ್ಲಾದ ವ್ಯತ್ಯಾಸ $= 0.1555 - 0.15 = 0.0055m$

6. ಕೊಳದ ಮೇಲೆ 0.12m ಎತ್ತರದಲ್ಲಿ ಹಾರುತ್ತಿರುವ ಕೀಟವು ನೀರಿನಲ್ಲಿರುವ ಮೀನೊಂದನ್ನು 0.18m ದೂರದಲ್ಲಿರುವುದೆಂದುಕೊಳ್ಳುತ್ತದೆ. ನೀರಿನ ವಕ್ರೀಭವನಾಂಕವು 4/3 ಆದಲ್ಲಿ, ಮೀನು ಇರುವ ನಿಜವಾದ ಆಳವೆಷ್ಟು?

ನೀರಿನೊಳಗೆ ಮೀನಿರುವ ತೋರಿಕೆಯ ಆಳ $= 0.18 - 0.12 = 0.06m$

n = ನಿಜವಾದ ಆಳ / ತೋರಿಕೆಯ ಆಳ

$\therefore$ ನಿಜವಾದ ಆಳ $= 4/3 \times 0.06m = 0.08m$

ನೀರಿನೊಳಗೆ ಮೀನಿರುವ ನಿಜವಾದ ಆಳ $= 0.08m$

7. ಇಂಗಾಲದ–ಡೈ–ಸಲ್ಫೈಡ್ ಮತ್ತು ನೀರಿನ ವಕ್ರೀಭವನಾಂಕಗಳು ಅನುಕ್ರಮವಾಗಿ 1.64 ಮತ್ತು 1.33 ಆಗಿದ್ದಲ್ಲಿ ಅವುಗಳ ನಡುವಿನ ಆವಧಿಕಕೋನವನ್ನು ಕಂಡುಹಿಡಿಯಿರಿ.

$n\,cs_2 = 1.64 \quad n_w = 1.33$

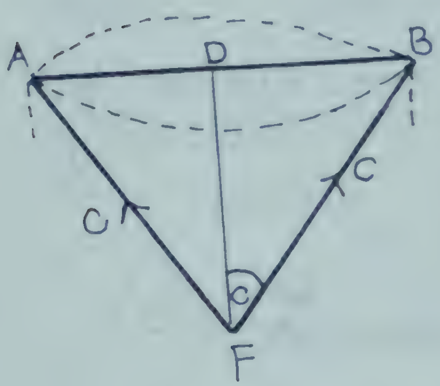
$${}_w n\,cs_2 = \frac{n\,cs_2}{n_w} = \frac{1.64}{1.33} = \frac{1}{\text{Sin c}}$$

$$\therefore \text{Sin C} = \frac{1.33}{1.64} = 0.8109$$

ಆವಧಿಕ ಕೋನ $= 54^\circ\ 12^1$

8. ನೀರಿನಲ್ಲಿರುವ ಮೀನು ಹೊರಗಿನ ಪ್ರಪಂಚವನ್ನು ಶಂಕಾಕೃತಿಯ ಕಿರಣಸಮೂಹದ ಮೂಲಕ ನೋಡುತ್ತಿದೆ. ಮೀನು ನೀರಿನೊಳಗೆ 3m ಆಳದಲ್ಲಿದ್ದು ಶಂಕುವಿನ ವೃತ್ತಾಕಾರದ ತಳದ ಮೂಲಕ ನೋಡುತ್ತಿದ್ದಲ್ಲಿ, ವೃತ್ತದ ತ್ರಿಜ್ಯವೆಷ್ಟು? $(n_w = 1.33)$

ಮೀನು ತನ್ನ ಕಣ್ಣಿನಬಳಿ ಅವಧಿಕಕೋನಕ್ಕಿಂತ ಕಡಿಮೆ ಕೋನವನ್ನು ಮಾಡುವ ಕಿರಣಗಳು ಇರುವ ಪ್ರದೇಶವನ್ನು ಮಾತ್ರ ನೋಡಬಲ್ಲದು. ಇದಕ್ಕಿಂತ ಹೆಚ್ಚು ಕೋನದ ಪತನಕಿರಣಗಳು ಎರಡನೆಯ ಮಧ್ಯವರ್ತಿಯನ್ನು ಪ್ರವೇಶಿಸುವುದಿಲ್ಲ.



ಚಿತ್ರದಲ್ಲಿ DF =3m ; $n = \frac{1}{\text{Sin C}}$

$\therefore \sin C = \frac{1}{1.33}$ ಮತ್ತು $c = 48° 45^1$

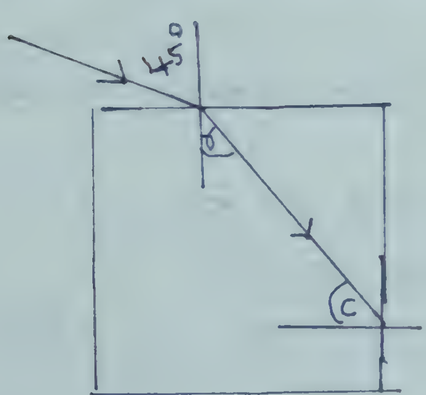
$\tan c = DB/DF \quad \therefore DB = DF \tan c$

$= 3 \times \tan 48° 45^1$

$= 3.5$

ವೃತ್ತದ ತ್ರಿಜ್ಯ $= 3.5$m

9. ಚೌಕಾಕೃತಿಯ ಒಂದು ವಸ್ತುವಿನ ಮೇಲೆ ಬೆಳಕಿನ ಕಿರಣವು 45° ಕೋನದಲ್ಲಿ ಪತನವಾಗಿದೆ. ಅದು ಚೌಕದ ಲಂಬಪಾರ್ಶ್ವದಿಂದ ಪೂರ್ಣಾಂತರಿಕ ಪ್ರತಿಫಲನ ಹೊಂದಬೇಕಾದರೆ ವಸ್ತುವಿನ ವಕ್ರೀಭವನಾಂಕವೆಷ್ಟು?



ಸ್ನೆಲ್ ನಿಯಮಾನುಸಾರ,

$$n = \frac{\text{Sin } i}{\text{Sin } r} = \frac{\text{Sin } 45°}{\text{Sin } r} = \frac{1}{\sqrt{2}\,\text{Sin } r}$$

$$\text{Sin } r = \frac{1}{\sqrt{2}\, n} \quad \text{-----} (1)$$

ಚಿತ್ರದ ಪ್ರಕಾರ $C = (90 - r)$

$$n = \frac{1}{\text{Sin } c} = \frac{1}{\text{Sin } (90 - r)} = \frac{1}{\cos r}$$

$$\cos r = \frac{1}{n} \quad \text{----------} (2)$$

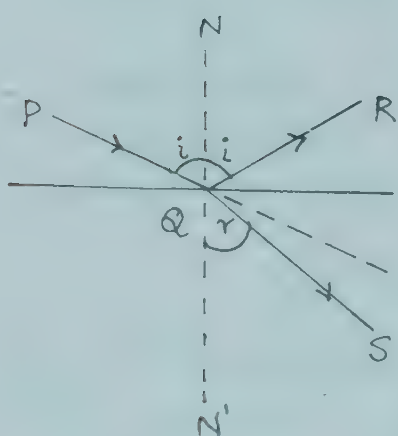
ಸಮೀಕರಣ 1 ಅನ್ನು ಸಮೀಕರಣ 2 ರಿಂದ ಭಾಗಿಸಿದಾಗ

$$\tan r = \frac{1}{\sqrt{2}} \quad \therefore r = 35° 16^1$$

ಈಗ $n = \frac{\text{Sin } 45^\circ}{\text{Sin } 35^\circ\ 16^1} = 1.225$

ವಸ್ತುವಿನ ವಕ್ರೀಭವನಾಂಕ = 1.225

10. ಪಾರದರ್ಶಕವಾದ ಒಂದು ಗಾಜಿನ ತಟ್ಟೆಯ ಮೇಲೆ ಬಿದ್ದ ಬೆಳಕಿನ ಕಿರಣದಲ್ಲಿ ಸ್ವಲ್ಪಭಾಗವು ಪ್ರತಿಫಲನಗೊಂಡು ಉಳಿದದ್ದು ವಕ್ರೀಭವನಗೊಂಡಿದೆ. ಪ್ರತಿಫಲನಕಿರಣವು ವಕ್ರೀಭವನ ಕಿರಣಕ್ಕೆ ಲಂಬವಾಗಿದ್ದಲ್ಲಿ, ಪತನಕೋನವೆಷ್ಟು?



$1.62 = \text{Sin } i\ /\ \text{Sin } r$ — (1)

$R\hat{Q}S = 90^\circ$ ಮತ್ತು $i + r = 180^\circ - 90^0$

$\therefore\ r = 90^\circ - i$ — (2)

(1) ಮತ್ತು(2) ರಿಂದ;

$$1.62 = \frac{\sin i}{\sin(90-i)} = \frac{\sin i}{\cos i} = \tan i$$

$\therefore\ i = 58^\circ\ 19^1$

ಪತನಕೋನ $= 58^\circ\ 19^1$

ಅಭ್ಯಾಸ

ಒಂದು ಅಂಕದ ಪ್ರಶ್ನೆಗಳು

1. ಯಾವುದೇ ಮಾಧ್ಯಮದ ನಿರಪೇಕ್ಷ ವಕ್ರೀಭವನಾಂಕದ ಬೆಲೆಯು ಒಂದಕ್ಕಿಂತ ಹೆಚ್ಚಾಗಿರುತ್ತದೆ. ಕಾರಣ ತಿಳಿಸಿ.

2. ಬೆಳಕಿನ ಕಿರಣವು ಒಂದು ಮಧ್ಯವರ್ತಿಯಿಂದ ಇನ್ನೊಂದು ಮಧ್ಯವರ್ತಿಗೆ ಹಾದು ಹೋದಾಗ ಆಗುವ ಬದಲಾವಣೆಗಳೇನು?

3. ನೀರಿನಲ್ಲಿರುವ ಮೀನಿಗೆ ಹೊರಗಿನ ಪ್ರಪಂಚ ಹೇಗೆ ಕಾಣುತ್ತದೆ?

4. ಗಾಜಿನ ವಕ್ರೀಭವನಾಂಕ 1.5 ಎಂಬುದರ ಅರ್ಥವೇನು?

5. ಗಾಜಿನ ಮಾಧ್ಯಮದಲ್ಲಿ ಕೆಂಪು ಮತ್ತು ನೀಲಿ ಬೆಳಕು ಹಾದು ಹೋದಾಗ ಯಾವುದರ ದಿಕ್ಪಲ್ಲಟ ಜಾಸ್ತಿ?

6. ಕಾಮನಬಿಲ್ಲಿನಲ್ಲಿ ಬಣ್ಣಗಳು ಕಾಣಲು ಕಾರಣವೇನು?

7. ಒಂದು ಕಿರಣವು i ಕೋನದಲ್ಲಿ ಪತನವಾಗಿ r ಕೋನದಲ್ಲಿ ವಕ್ರೀಭವನ ಹೊಂದಿದರೆ ಅದರ ದಿಕ್ಪಲ್ಲಟವೆಷ್ಟು?

8. ಗಾಜಿನ ಚಪ್ಪಡಿಯನ್ನು ನೀರಿನಲ್ಲಿ ಮುಳುಗಿಸಿದಾಗ ಆಗುವ ಪಾರ್ಶ್ವಪಲ್ಲಟವನ್ನು ಅದೇ ಚಪ್ಪಡಿ ಗಾಳಿಯಲ್ಲಿದ್ದಾಗಿನ ಪಾರ್ಶ್ವಪಲ್ಲಟದೊಂದಿಗೆ ಹೋಲಿಸಿ.

ಎರಡು ಅಂಕಗಳ ಪ್ರಶ್ನೆಗಳು

1. ಸಾಪೇಕ್ಷ ಮತ್ತು ನಿರಪೇಕ್ಷ ವಕ್ರೀಭವನಾಂಕಗಳಿಗೆ ಸಂಬಂಧಸೂಚಕ ಸಮೀಕರಣವನ್ನು ನಿಷ್ಪತ್ತಿಸಿ.

2. ಪಾರ್ಶ್ವಪಲ್ಲಟಕ್ಕೆ ಸಮೀಕರಣ ಬರೆದು, ಅದು ಯಾವ ಅಂಶಗಳನ್ನು ಅವಲಂಬಿಸಿದೆ, ತಿಳಿಸಿ.

3. ಲಂಬಪಲ್ಲಟವೆಂದರೇನು? ವಸ್ತು ಸಾಂದ್ರಮಾಧ್ಯಮದಲ್ಲಿದ್ದು, ವಿರಳಮಾಧ್ಯಮದಿಂದ ನೋಡಿದಾಗ ಆಗುವ ಅನುಭವವನ್ನು ಸಮೀಕರಣಸಹಿತ ವಿವರಿಸಿ.

4. ಲಂಬಪಲ್ಲಟವೆಂದರೇನು? ವಸ್ತು ವಿರಳ ಮಾಧ್ಯಮದಲ್ಲಿದ್ದು, ಸಾಂದ್ರಮಾಧ್ಯಮದಿಂದ ನೋಡಿದಾಗ ಆಗುವ ಅನುಭವವನ್ನು ಸಮೀಕರಣಸಹಿತ ವಿವರಿಸಿ.

5. ದ್ಯುತಿತಂತುಗಳ ವಿಷಯವಾಗಿ ಸಂಕ್ಷಿಪ್ತ ಟಿಪ್ಪಣಿ ಬರೆಯಿರಿ.

6. ಒಂದು ಮಾಧ್ಯಮದ ಅವಧಿಕಕೋನವು 45°. ಅದರ ವಕ್ರೀಭವನಾಂಕವೆಷ್ಟು?

7. ನೀರಿನ ವಕ್ರೀಭವನಾಂಕವು 1.33. ಅದರ ಅವಧಿಕಕೋನವೆಷ್ಟು?

8. 4cm ಗಾತ್ರದ ಗಾಜಿನ ಚಪ್ಪಡಿಯನ್ನು ಅಂಚೆಚೀಟಿಯ ಮೇಲೆ ಇಟ್ಟಿದೆ. ಅದು, ಮೇಲಿನಿಂದ ಲಂಬದಿಕ್ಕಿನಲ್ಲಿ ನೋಡಿದಾಗ ಎಷ್ಟು ಹತ್ತಿರ ಕಾಣಿಸುತ್ತದೆ? $n_g = 1.5$

ನಾಲ್ಕು ಅಂಕಗಳ ಪ್ರಶ್ನೆಗಳು

1. ವಕ್ರೀಭವನವೆಂದರೇನು? ವಕ್ರೀಭವನದ ನಿಯಮಗಳನ್ನು ಬರೆದು ವಿವರಣೆ ಕೊಡಿ.

2. ವಕ್ರೀಭವನಾಂಕವೆಂದರೇನು? ನಿರಪೇಕ್ಷ ಮತ್ತು ಸಾಪೇಕ್ಷ ವಕ್ರೀಭವನಾಂಕಗಳ ಸಂಬಂಧವನ್ನು ನಿಷ್ಪತ್ತಿಸಿ.

3. ಪಾರ್ಶ್ವಪಲ್ಲಟವೆಂದರೇನು? ಚಿತ್ರಸಹಿತ ವಿವರಿಸಿ ಸಂಬಂಧಪಟ್ಟ ಸಮೀಕರಣ ಬರೆಯಿರಿ.

4. ಲಂಬಪಲ್ಲಟವೆಂದರೇನು? ಬೇರೆ ಬೇರೆ ಸಾಧ್ಯತೆಗಳನ್ನು ಸೂಚಿಸುವ ಕಿರಣಚಿತ್ರ ಬರೆದು ಲಂಬಪಲ್ಲಟವನ್ನು ಗುರುತಿಸಿ.

5. ಪೂರ್ಣಾಂತರಿಕ ಪ್ರತಿಫಲನವೆಂದರೇನು? ಇದಾಗಲು ಅಗತ್ಯವಾದ ನಿಯಮಗಳನ್ನು ತಿಳಿಸಿ.

6. ಅವಧಿಕಕೋನವೆಂದರೇನು ? ಇದಕ್ಕೂ ವಕ್ರೀಭವನಾಂಕಕ್ಕೂ ಸಂಬಂಧ ಕಲ್ಪಿಸಿ.

7. ಪೂರ್ಣಾಂತರಿಕ ಪಟ್ಟಕಗಳ ವಿಷಯವಾಗಿ ಚಿತ್ರಸಹಿತ ವಿವರಣೆ ಕೊಡಿ.

8. ದ್ಯುತಿತಂತು ಎಂದರೇನು? ಅದರ ಕಾರ್ಯದ ಹಿಂದಿನ ಸೂತ್ರ ಯಾವುದು? ಅದರ ಉಪಯೋಗಗಳೇನು?

9. ಸ್ನೆಲ್ ನಿಯಮವನ್ನು ತಿಳಿಸಿ. ಇದನ್ನು ಚಿತ್ರಸಹಿತ ವಿವರಿಸಿ ಬೆಳಕಿನ ವೇಗಕ್ಕೂ ವಕ್ರೀಭವನಾಂಕಕ್ಕೂ ಇರುವ ಸಂಬಂಧ ತಿಳಿಸಿ. ದಿಕ್ಪಲ್ಲಟಕ್ಕೆ ಸಮೀಕರಣ ಬರೆಯಿರಿ.

10. ಪೂರ್ಣಾಂತರಿಕ ಪ್ರತಿಫಲನವನ್ನು ಬಳಸಿಕೊಂಡು ಯಾವುದಾದರೂ ನಾಲ್ಕು ಪ್ರಾಕೃತಿಕ ಘಟನೆಗಳನ್ನು ವಿವರಿಸಿ.

ಐದು ಅಂಕಗಳ ಪ್ರಶ್ನೆಗಳು

1. ಗಾಳಿಯಲ್ಲಿ ಬೆಳಕಿನ ವೇಗ 3×10^8 m/s. ಅದು ವಜ್ರದಲ್ಲಿ ಹಾದುಹೋಗುವಾಗ ಅದರ ವೇಗವೆಷ್ಟು? (ವಜ್ರದ ವಕ್ರೀಭವನಾಂಕ = 2.4). ವಜ್ರದ ಹರಳಿನ ಮೇಲೆ ಬೆಳಕು 30° ಯಲ್ಲಿ ಪತನವಾದರೆ ಅದರ ವಕ್ರೀಭವನ ಕೋನವೆಷ್ಟು? ವಜ್ರದಲ್ಲಿ ಪ್ರವೇಶಿಸಿದ ಬೆಳಕು ಪೂರ್ಣಾಂತರಿಕ ಪ್ರತಿಫಲನ ಹೊಂದಲು ಅದರ ಒಳ ಪಾರ್ಶ್ವದಮೇಲೆ ಬೆಳಕು ಯಾವ ಕೋನದಲ್ಲಿ ಪತನವಾಗಬೇಕು? (1.25 x 108 m/s, 12° 1[1] 24° 37[1])

2. 0.01m ದಪ್ಪದ ಗಾಜಿನ ಚಪ್ಪಡಿಯ ಮೇಲೆ ಒಂದು ಬೆಳಕಿನ ಕಿರಣವು 45° ಕೋನದಲ್ಲಿ ಪತನವಾಗಿದೆ. ಗಾಜಿನ ವಕ್ರೀಭವನಾಂಕವು 1.5 ಆಗಿದ್ದರೆ, ಪಾರ್ಶ್ವಪಲ್ಲಟವೆಷ್ಟಿರುತ್ತದೆ? (0.0033m)

3. ಒಂದು ಬೆಳಕಿನ ಕಿರಣವು ಗಾಜಿನ ಚಪ್ಪಡಿಯ ಒಂದು ಪಾರ್ಶ್ವದಮೇಲೆ 70° ಕೋನದಲ್ಲಿ ಪತನವಾಗಿದೆ. ವಕ್ರೀಭವನದ ನಂತರ ಅದು ಮೊದಲಿನ ಪಾರ್ಶ್ವಕ್ಕೆ ಲಂಬವಾಗಿರುವ ಪಾರ್ಶ್ವವನ್ನು ಸವರಿಕೊಂಡು ಹೊರಬಂದರೆ ಗಾಜಿನ ವಕ್ರೀಭವನಾಂಕ ಮತ್ತು ಅವಧಿಕಕೋನವನ್ನು ಲೆಕ್ಕಿಸಿ (1.37, 46° 47[1])

4. ಒಂದು ಚಲಿಸುವ ಸೂಕ್ಷ್ಮದರ್ಶಕವನ್ನು ಅಂಚೆಚೀಟಿಯ ಮೇಲೆ ಕೇಂದ್ರೀಕರಿಸಿದೆ. ಅಂಚೆ ಚೀಟಿಯಮೇಲೆ 0.05m ದಪ್ಪದ ಮತ್ತು 1.5 ವಕ್ರೀಭವನಾಂಕದ ಪಾರದರ್ಶಕ ಚಪ್ಪಡಿಯನ್ನು ಇಟ್ಟರೆ, ಅಂಚೆಚೀಟಿಯನ್ನು ಮತ್ತೆ ಸರಿಯಾಗಿ ಕಾಣಲು ಸೂಕ್ಷ್ಮದರ್ಶಕವನ್ನು ಎಷ್ಟು ಎತ್ತರಿಸಬೇಕು? (0.017m)

5. 1.20 ವಕ್ರೀಭವನಾಂಕದ ದ್ರವದ ಅವಧಿಕಕೋನವು 56° 26[1] ಆದರೆ 1.33 ವಕ್ರೀಭವನಾಂಕದ ನೀರಿನ ಅವಧಿಕಕೋನವೆಷ್ಟು? (48° 45[1])

6. ಒಂದು ಬೆಳಕಿನ ಕಿರಣವು ಗಾಜಿನಿಂದ ಗಾಳಿಗೆ ಪ್ರವಹಿಸುತ್ತಿದೆ. ಗಾಜಿನ ವಕ್ರೀಭವನಾಂಕವು 1.5 ಆಗಿದ್ದು, ಪತನಕೋನವು 30° ಆಗಿದೆ. ಪತನಗೊಂಡ ಕಿರಣದ ಸ್ವಲ್ಪ ಭಾಗವು ಪ್ರತಿಫಲಿತವಾದರೆ ಪ್ರತಿಫಲಿತ ಮತ್ತು ವಕ್ರೀಭವನ ಕಿರಣಗಳ ನಡುವಿನ ಕೋನವೆಷ್ಟು? (101° 20[1])

7. ನೀರಿನಲ್ಲಿರುವ ಒಂದು ಮೀನಿಗೆ ನೀರಿನ ಮೇಲ್ಮೈನಲ್ಲಿ ವರ್ತುಲಾಕಾರದಷ್ಟು ಜಾಗವನ್ನು ಬಿಟ್ಟು ಉಳಿದಭಾಗವು ಕನ್ನಡಿಯಂತೆ ಕಾಣುತ್ತದೆ. ಮೀನಿಗೆ ನೀರಿನ ಮೇಲ್ಮೈ h ನಷ್ಟು ದೂರವಲ್ಲಿದ್ದು, ನೀರಿನ ವಕ್ರೀಭವನಾಂಕವು n ಆಗಿದ್ದಲ್ಲಿ, ವರ್ತುಲದ ತ್ರಿಜ್ಯ $r = \frac{h}{\sqrt{n^2 - 1}}$ ಎಂದು ಸಾಧಿಸಿ.

8. 0.24m ಬಾಹುವುಳ್ಳ ಘನದೊಳಗೆ ಒಂದು ಗಾಳಿಗುಳ್ಳೆ ಇದೆ. ಅದನ್ನು ಒಂದು ಪಾರ್ಶ್ವದಿಂದ ನೋಡಿದಾಗ 0.10m ಆಳದಲ್ಲಿರುವಂತೆಯೂ, ವಿರುದ್ಧ ಪಾರ್ಶ್ವದಿಂದ 0.06m ಆಳದಲ್ಲಿರುವಂತೆಯೂ ಭಾಸವಾಗುತ್ತದೆ. ಮೊದಲ ಪಾರ್ಶ್ವದಿಂದ ಅದರ ನಿಜವಾದ ದೂರವನ್ನೂ ಘನದ ವಸ್ತುವಿನ ವಕ್ರೀಭವನಾಂಕವನ್ನೂ ಲೆಕ್ಕಿಸಿ (0.06m, 1.5)

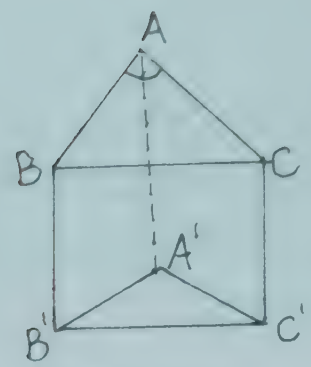
9. ಒಂದು ಸಣ್ಣವಸ್ತುವನ್ನು 0.6m ವಕ್ರಾತಾತ್ರಿಜ್ಯವುಳ್ಳ ನಿಮ್ನದರ್ಪಣದ ಪ್ರಧಾನಾಕ್ಷದ ಮೇಲೆ 0.8m ದೂರದಲ್ಲಿ ಇಡಲಾಗಿದೆ. 1.5 ವಕ್ರೀಭವನಾಂಕ ಮತ್ತು 15cm ದಪ್ಪವಿರುವ ಪಾರದರ್ಶಕ ಚಪ್ಪಡಿಯನ್ನು ದರ್ಪಣ ಮತ್ತು ವಸ್ತುಗಳ ನಡುವೆ ಇಟ್ಟರೆ ಪ್ರತಿಬಿಂಬದ ಸ್ಥಾನಾಂತರವೆಷ್ಟು? (0.02m)

10. ಒಂದು ಪಾತ್ರೆಯಲ್ಲಿ 0.04m ಎತ್ತರದಷ್ಟು ನೀರನ್ನೂ, ಅದರ ಮೇಲೆ 0.06m ಎತ್ತರದಷ್ಟು ಬೆನ್‌ಜೀನ್ ಅನ್ನೂ ಹಾಕಿದೆ. ಮೇಲಿನಿಂದ ಲಂಬದಿಕ್ಕಿನಲ್ಲಿ ನೋಡಿದಾಗ ಪಾತ್ರೆಯ ತಳದ ತೋರಿಕೆಯ ಆಳವನ್ನು ಕಂಡುಹಿಡಿಯಿರಿ.
(n ನೀರು = 1.33, n ಬೆನ್‌ಜೀನ್ = 1.5) (0.07m)

6.4 ಪಟ್ಟಕದಲ್ಲಿ ಬೆಳಕಿನ ವಕ್ರೀಭವನ

ಪಟ್ಟಕ: ಮೂರು ಆಯತಾಕಾರದ ಸಮತಲಗಳು ಮತ್ತು ಅವುಗಳಿಗೆ ಲಂಬವಾದ ಎರಡು ತ್ರಿಕೋನಾಕಾರದ ಸಮತಲಗಳ ನಡುವೆ ಬಂಧಿಯಾದ ಪಾರದರ್ಶಕ ಮಾಧ್ಯಮವನ್ನು ಪಟ್ಟಕ ಎನ್ನುತ್ತಾರೆ. ಇದರಲ್ಲಿ ಆಯತಾಕಾರದ ಎರಡು ಮುಖಗಳಾದ ABB^1A^1 ಮತ್ತು ACC^1A^1 ಗಳ ಮೂಲಕ ಬೆಳಕು ಹಾದು ಹೋಗಬಲ್ಲದು. ಇವುಗಳಿಗೆ **ವಕ್ರೀಭವನ ಮುಖ**ಗಳೆಂದು ಹೆಸರು. ಈ ಎರಡೂ ಮುಖಗಳು ಸಂಧಿಸುವ ಗೆರೆ AA^1 ನ್ನು **ವಕ್ರೀಭವನ ಅಂಚು** ಎಂದೂ ಅವುಗಳ ನಡುವಿನ ಕೋನ BAC ಯನ್ನು **ವಕ್ರೀಭವನಕೋನ** ಎಂದೂ ಕರೆಯಲಾಗುತ್ತದೆ.

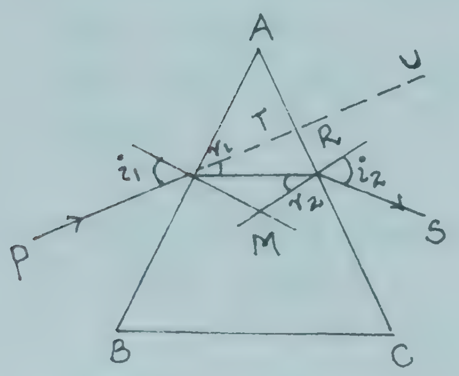
ವಕ್ರೀಭವನ ಅಂಚಿಗೆ ಎದುರಾಗಿರುವ ಆಯಾತಾಕಾರದ ಮುಖ (BCC^1B^1) ವೇ **ಪಟ್ಟಕತಲ.** ಈ ಮುಖವನ್ನು ಮರಳು ಕಾಗದದಿಂದ ಉಜ್ಜಿ ಒರಟುಗೊಳಿಸಿರುತ್ತಾರೆ. ಇದರ ಮೂಲಕ ಬೆಳಕು ಹಾದುಹೋಗುವುದಿಲ್ಲ.



ಚಿತ್ರ 6.4.1

ವಕ್ರೀಭವನ ಅಂಚಿಗೆ ಲಂಬವಾದ ಭೇದ (ABC ಅಥವ $A^1 B^1 C^1$)ಕ್ಕೆ ಪ್ರಧಾನಭೇದವೆಂದು ಹೆಸರು.

ಪಟ್ಟಕಕೋನ ಮತ್ತು ಕನಿಷ್ಠ ದಿಕ್ಪಲ್ಲಟಗಳ ಪರಿಭಾಷೆಯಲ್ಲಿ ವಕ್ರೀಭವನಾಂಕ



ಚಿತ್ರ 6.4.2

ABC – ಪಟ್ಟಕದ ಪ್ರಧಾನಭೇದ

PQ – AB ಮುಖದ ಮೇಲಿನ ಪತನಕಿರಣ

QR – ಪಟ್ಟಕದಲ್ಲಿನ ಕಿರಣಪಥ

RS – ಪಟ್ಟಕದಿಂದ ನಿರ್ಗಮನರೇಖೆ

i_1 – AB ಮೇಲಿನ ಪತನಕೋನ

r_1 – ವಕ್ರೀಭವನ ಕೋನ

r_2 – AC ಮೇಲೆ ಪತನಕೋನ

i_2 – ನಿರ್ಗಮನಕೋನ

ನಿರ್ಗಮನರೇಖೆಯನ್ನು ಹಿಂದಕ್ಕೆಳೆದಾಗ ಅದು ಪತನರೇಖೆಯನ್ನು ಮುಂದುವರೆಸಿದ ಗೀಟನ್ನು T ನಲ್ಲಿ ಸಂಧಿಸಿದೆ. STU = d (ದಿಕ್ಪಲ್ಲಟಕೋನ). Q ಮತ್ತು R ಗಳಲ್ಲಿ ಎಳೆದ ಲಂಬಗಳು M ನಲ್ಲಿ ಸಂಧಿಸಿವೆ.

AQMR ಚತುರ್ಭುಜದಲ್ಲಿ Q ಮತ್ತು R ನಲ್ಲಿನ ಕೋನಗಳು ಲಂಬಕೋನಗಳು. ಆದ್ದರಿಂದ A ಮತ್ತು M ನಲ್ಲಿನ ಕೋನಗಳ ಮೊತ್ತ 180°

$\therefore A + M = 180^\circ$ --------------- 6.4.1

ತ್ರಿಕೋನ QMR ನಲ್ಲಿ; $r_1 + r_2 + Q\hat{M}R = 180^\circ$ --------------6.4.2

ಸಮೀಕರಣಗಳಾದ 6.4.1 ಮತ್ತು 6.4.2 ಗಳಿಂದ; $\mathbf{r_1 + r_2 = A}$------ 6.4.3

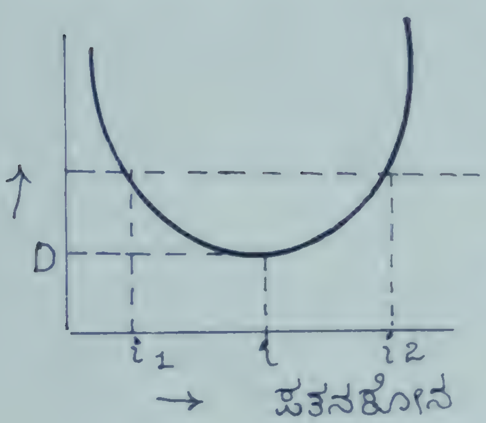
PQ ಪತನಕಿರಣವು AB ಮತ್ತು AC ಗಳಲ್ಲಿ ಹಾದುಹೋಗುವಾಗ ಎರಡು ಸಾರಿ ದಿಕ್ಪಲ್ಲಟಗೊಳ್ಳುತ್ತದೆ. ಹೀಗಾಗಿ ಒಟ್ಟು ದಿಕ್ಪಲ್ಲಟವು;

$d = (i_1 - r_1) + (i_2 - r_2)$

$= (i_1 + i_2) - (r_1 + r_2) = i_1 + i_2 - A$ ----------6.4.4

ಪತನಕೋನವನ್ನು ಹೆಚ್ಚಿಸುತ್ತಾ ಹೋದರೆ, ದಿಕ್ಪಲ್ಲಟಕೋನ ಕಡಿಮೆಯಾಗುತ್ತಾ ಹೋಗಿ ಕನಿಷ್ಠ ಬೆಲೆಯನ್ನು ತಲುಪುತ್ತದೆ. ಅನಂತರ ಹೆಚ್ಚಾಗಲು ಪ್ರಾರಂಭಿಸುತ್ತದೆ. ಇದನ್ನು ಪ್ರಾಯೋಗಿಕವಾಗಿ ಕಂಡುಕೊಳ್ಳಬಹುದು.

ಪತನಕೋನವನ್ನು x ಅಕ್ಷದ ಮೇಲೆ ಮತ್ತು ದಿಕ್ಪಲ್ಲಟಕೋನವನ್ನು y ಅಕ್ಷದ ಮೇಲೆ ತೆಗೆದುಕೊಂಡು ಒಂದು ನಕ್ಷೆಯನ್ನು ಎಳೆದರೆ ಚಿತ್ರ 6.4.3 ಬರುತ್ತದೆ.



ಚಿತ್ರ 6.4.3

ಚಿತ್ರದಿಂದ d = D ಆದಾಗ $i_1 = i_2 = i$ ಆಗುವುದನ್ನು ಕಾಣಬಹುದು. ಇದೇ ರೀತಿ $r_1 = r_2 = r$ ಆಗುತ್ತದೆ.

ಇಂಥ ಸ್ಥಿತಿಯಲ್ಲಿ ಬೆಳಕಿನ ಕಿರಣವು ಪಟ್ಟಕದ ಮೂಲಕ ಸಮರೂಪದಲ್ಲಿ ಹಾದುಹೋಗುವುದಲ್ಲದೆ ಪಟ್ಟಕದೊಳಗಿನ ಕಿರಣಪಥ QR ಪಟ್ಟಕತಲ BC ಗೆ ಸಮಾಂತರವಾಗಿರುತ್ತದೆ. ಪಟ್ಟಕದ ಈ ಸ್ಥಿತಿಯನ್ನು **ಕನಿಷ್ಠ ದಿಕ್ಪಲ್ಲಟಸ್ಥಿತಿ** ಎಂದು ಕರೆಯಲಾಗುತ್ತದೆ.

ಈ ಸ್ಥಿತಿಯಲ್ಲಿದ್ದಾಗ, 6.4.3 ನೇ ಸಮೀಕರಣದಿಂದ $2r = A$ ಅಥವಾ $r = A/2$ ಮತ್ತು 6.4.4 ಸಮೀಕರಣದಿಂದ $2i = A + D$ ಅಥವಾ $i = \frac{A+D}{2}$ ಆಗುತ್ತದೆ. ಸ್ನೆಲ್ ನಿಯಮಾನುಸಾರ, ವಕ್ರೀಭವನಾಂಕ $n = \sin i / \sin r = \frac{\sin \frac{1}{2}(A+D)}{\sin \frac{1}{2} A}$

$$\mathbf{n = \sin i / \sin r = \sin \tfrac{1}{2}(A+D) / \sin \tfrac{1}{2} A} \qquad \text{------------------6.4.5}$$

ತೆಳುಪಟ್ಟಕದಲ್ಲಿ ದಿಕ್ಪಲ್ಲಟ

ಪಟ್ಟಕಕೋನ A ಕಡಿಮೆ ಇರುವ ಪಟ್ಟಕಕ್ಕೆ ತೆಳುಪಟ್ಟಕವೆಂದು ಹೆಸರು. ಚಿತ್ರ 6.4.4 ಅನ್ನು ತೆಳುಪಟ್ಟಕವೆಂದುಕೊಂಡರೆ, ಪತನಕೋನ i_1 ಕಡಿಮೆ ಇರುವುದರಿಂದ ವಕ್ರೀಭವನ ಕೋನ r_1 ಕೂಡ ಕಡಿಮೆ ಇರುತ್ತದೆ. ಪಟ್ಟಕಕೋನ A ಚಿಕ್ಕದಾಗಿರುವುದರಿಂದ r_2 ಕೂಡ ಚಿಕ್ಕದಾಗಿರುತ್ತದೆ. ಇದರಿಂದ ನಿರ್ಗಮನ ಕೋನ i_2 ಕೂಡ ಚಿಕ್ಕದಾಗಿರುತ್ತದೆ.

ವಸ್ತುವಿನ ವಕ್ರೀಭವನಾಂಕ n ಎಂದಾದರೆ,

$$n = \frac{\sin i_1}{\sin r_1} = \frac{i_1}{r_1}$$ ಏಕೆಂದರೆ i_1 ಮತ್ತು r_1 ಚಿಕ್ಕವು

ಅಥವಾ $i_1 = nr_1$

ಇದೇ ಕಾರಣಕ್ಕೆ $i_2 = nr_2$

$\therefore i_1 + i_2 = n(r_1 + r_2)$

ಆದರೆ ಹಿಂದೆಯೆ ತೋರಿಸಿರುವಂತೆ (6.4.4)

$d = i_1 + i_2 - A = n(r_1 + r_2) - A$

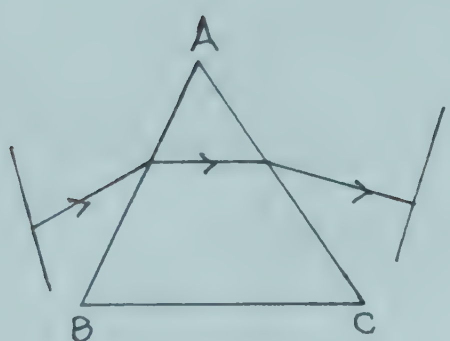
$= nA - A$

$\therefore \mathbf{d = (n-1)A}$

ಆದ್ದರಿಂದ ಪತನಕೋನವು ಚಿಕ್ಕದಾಗಿದ್ದಾಗ ತೆಳುಪಟ್ಟಕದಲ್ಲಿ ಉಂಟಾಗುವ ದಿಕ್ಪಲ್ಲಟವು ಪತನಕೋನವನ್ನು ಅವಲಂಬಿಸಿರುವುದಿಲ್ಲ. ಬದಲಿಗೆ ಅದು ಕೇವಲ ವಸ್ತುವಿನ ವಕ್ರೀಭವನಾಂಕ ಮತ್ತು ಪಟ್ಟಕಕೋನವನ್ನು ಅವಲಂಬಿಸಿರುತ್ತದೆ.

ವರ್ಣವಿಭಜನೆ

ಒಂದು ಸೀಳುಗಂಡಿಯ ಮೂಲಕ ಏಕವರ್ಣ ಬೆಳಕನ್ನು ಹಾಯಿಸಿ ಅದು ಪಟ್ಟಕದ ಮೇಲೆ ಬೀಳುವಂತೆ ಮಾಡಬೇಕು. ಪಟ್ಟಕದ ಮೂಲಕ ವಕ್ರೀಭವನಗೊಂಡು ನಿರ್ಗಮಿಸಿದ ಕಿರಣವನ್ನು ತೆರೆಯಮೇಲೆ ಹಿಡಿಯಬೇಕು (ಚಿತ್ರ 6.4.4) ಆಗ ನಿರ್ಗಮನಕಿರಣವು ಪತನಕಿರಣದ ಬೆಳಕನ್ನೇ ಹೊಂದಿರುತ್ತದೆ. ಅದರಲ್ಲಿ ಯಾವುದೇ ಬದಲಾವಣೆ ಆಗಿರುವುದಿಲ್ಲ. ಪಟ್ಟಕವು ಬೆಳಕಿಗೆ ಬಣ್ಣವನ್ನು ಕೊಡುವ ಹಾಗಿದ್ದಿದ್ದರೆ ತೆರೆಯ ಮೇಲೆ ಹೊಸಬಣ್ಣಗಳು ಮೂಡಬೇಕಾಗಿತ್ತು. ಆದರೆ ಹಾಗಾಗುವುದಿಲ್ಲ ಎಂಬುದು ಮೇಲಿನ ಪ್ರಯೋಗದಿಂದ ವ್ಯಕ್ತವಾಗುತ್ತದೆ. ಆದ್ದರಿಂದ, **ಪತನಕಿರಣದಲ್ಲಿ ಇರುವ ಬಣ್ಣಗಳನ್ನು ಮಾತ್ರ ಪಟ್ಟಕವು ವಿಭಜಿಸುತ್ತದೆಯೇ ಹೊರತು ಪಟ್ಟಕವೇ ಬಣ್ಣಗಳನ್ನು ಕೊಡುವುದಿಲ್ಲ.**



ಚಿತ್ರ 6.4.4

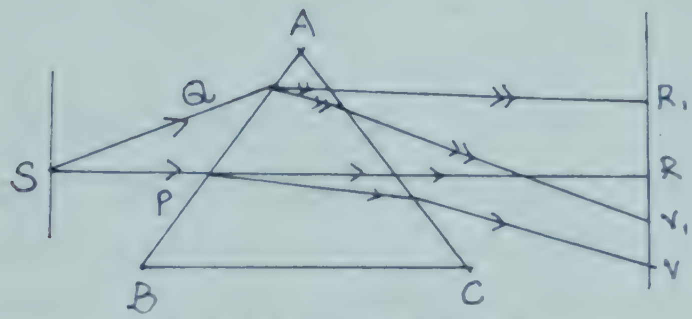
ಬೆಳಕಿನಲ್ಲಿರುವ ವಿವಿಧ ವರ್ಣಘಟಕಗಳನ್ನು ವಿಭಜಿಸುವ ವಿದ್ಯಮಾನಕ್ಕೆ ವರ್ಣವಿಭಜನೆ ಎಂದು ಹೆಸರು.

ಶ್ವೇತ ಕಿರಣವನ್ನು ಪಟ್ಟಕದ ಮೂಲಕ ಹಾಯಿಸಿದಾಗ ವರ್ಣವಿಭಜನೆಯಿಂದ ತೆರೆಯ ಮೇಲೆ ಮೂಡುವ ವರ್ಣವಿನ್ಯಾಸಕ್ಕೆ ರೋಹಿತ ಎಂದು ಹೆಸರು.

ವರ್ಣವಿಭಜನೆಗೆ ಕಾರಣ: ಯಾವುದೇ ಮಧ್ಯವರ್ತಿಯ ವಕ್ರೀಭವನಾಂಕವು ಬೆಳಕಿನ ವಿವಿಧ ಬಣ್ಣಗಳನ್ನು(Wavelength) ಅವಲಂಬಿಸಿರುತ್ತದೆ. ಪ್ರತಿಯೊಂದು ಬಣ್ಣಕ್ಕೂ ಒಂದೊಂದು ವಕ್ರೀಭವನಾಂಕವಿರುವುದರಿಂದ ಬಣ್ಣಗಳು ಬೇರೆ ಬೇರೆ ಕೋನಗಳಲ್ಲಿ ಬಾಗಿ ಪ್ರತ್ಯೇಕಗೊಳ್ಳುತ್ತವೆ. ಇದನ್ನೇ ವರ್ಣವಿಭಜನೆ ಎಂದು ಕರೆಯಲಾಗುತ್ತದೆ.

ಅಶುದ್ಧ ರೋಹಿತ: ಬೆಳಕಿನ ಒಂದೇ ಒಂದು ಕಿರಣವನ್ನು ಬೇರ್ಪಡಿಸುವುದು ಅಸಾಧ್ಯ. ಒಂದು ಸೀಳುಗಂಡಿಯನ್ನು ಬೆಳಗಿಸಿದಾಗ ಅದರಿಂದ ಹೊರಹೊಮ್ಮುವ ಬೆಳಕಿನ ಕಿರಣ ಪುಂಜವು ಅಸಂಖ್ಯಾತ ಕಿರಣಗಳಿಂದ ಕೂಡಿರುತ್ತದೆ ಮತ್ತು ಅದು ಅಪಸರಣಗೊಂಡಿರುತ್ತದೆ. ಇಂಥ ಕಿರಣಪುಂಜದ ತೀರ ಅಂಚಿನಲ್ಲಿರುವ SP ಮತ್ತು SQ ಎಂಬ ಎರಡು ಕಿರಣಗಳನ್ನು ಗಮನಿಸೋಣ. SP ಕಿರಣವು ಪಟ್ಟಕದಿಂದ ವರ್ಣವಿಭಜನೆಗೊಂಡು ತೆರೆಯ ಮೇಲೆ RV ರೋಹಿತವನ್ನು ಮೂಡಿಸುತ್ತದೆ. ಅದೇ ರೀತಿSQ ಕಿರಣವು $R_1 V_1$ ರೋಹಿತವನ್ನು ಮೂಡಿಸುತ್ತದೆ. SP ಮತ್ತುSQ ಗಳ ನಡುವೆ ಇರುವ ಅಸಂಖ್ಯಾತ ಕಿರಣಗಳು ತಮ್ಮದೇ ಆದ ರೋಹಿತಗಳನ್ನು R_1 ಮತ್ತು V ನಡುವೆ ಮೂಡಿಸುತ್ತವೆ. ಸಹಜವಾಗಿ ಹೀಗೆ ಮೂಡುವ ರೋಹಿತದಲ್ಲಿ ಬಣ್ಣಗಳು ಒಂದರ ಮೇಲೊಂದು ಹರಡಿ ಕಲಸುಮೇಲೋಗರವಾಗಿರುತ್ತದೆ.

ಹೀಗೆ, **ಬೇರೆ ಬೇರೆ ಬಣ್ಣದ ಬೆಳಕಿನ ಕಿರಣಗಳು ಸ್ಫುಟವಾಗಿ ಬೇರ್ಪಡದೆ ಒಂದರ ಮೇಲೊಂದು ಹರಡಿರುವ ರೋಹಿತವನ್ನು ಅಶುದ್ಧರೋಹಿತ ಎಂದು ಕರೆಯಲಾಗುತ್ತದೆ.**



ಚಿತ್ರ 6.4.5 ಅಶುದ್ಧರೋಹಿತ

ಶುದ್ಧರೋಹಿತ: ಬೇರೆ ಬೇರೆ ಬಣ್ಣದ ಬೆಳಕಿನ ಕಿರಣಗಳು ಒಂದರ ಮೇಲೊಂದು ಹರಡದೆ ಸ್ಫುಟವಾಗಿ ಬೇರ್ಪಟ್ಟಿರುವ ರೋಹಿತವನ್ನು ಶುದ್ಧರೋಹಿತ ಎಂದು ಕರೆಯಲಾಗುತ್ತದೆ.

ಶುದ್ಧರೋಹಿತವನ್ನು ಪಡೆಯಲು ಈ ಕೆಳಕಂಡ ಅಗತ್ಯಗಳನ್ನು ಪೂರೈಸಬೇಕು.

1) ಸೀಳುಗಂಡಿಯು ಆದಷ್ಟು ಕಿರಿದಾಗಿರಬೇಕು.

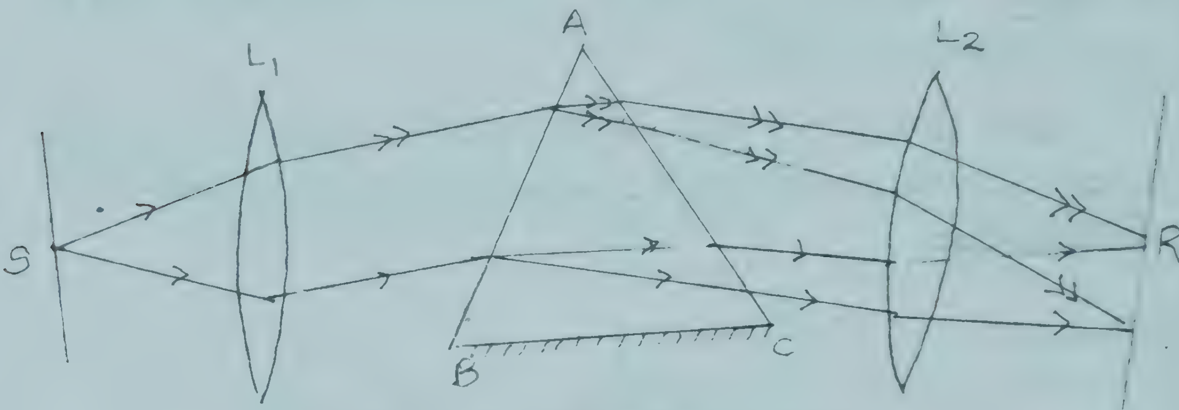
2) ಪಟ್ಟಕವು ಕನಿಷ್ಠ ದಿಕ್ಪಲ್ಲಟ ಸ್ಥಿತಿಯಲ್ಲಿರಬೇಕು (ಹಳದಿ ಕಿರಣಕ್ಕೆ).

3) ಸೀಳುಗಂಡಿಯು ಸಂಗಮಬಿಂದುವಿನಲ್ಲಿರುವಂತೆ ಒಂದು ಪೀನ ಮಸೂರವನ್ನು ಬಳಸಿ ಪಟ್ಟಕದ ಮೇಲೆ ಪತನವಾಗುವ ಕಿರಣಗಳು ಸಮಾಂತರವಾಗಿರುವಂತೆ ಮಾಡಬೇಕು.

4) ಮತ್ತೊಂದು ಪೀನ ಮಸೂರವನ್ನು ಬಳಸಿ ಪಟ್ಟಕದಿಂದ ನಿರ್ಗಮಿಸುವ ಒಂದೇ ಬಣ್ಣದ ಕಿರಣಗಳು ಮಸೂರದ ಸಂಗಮತಲದಲ್ಲಿ ಸೇರುವಂತೆ ಮಾಡಬೇಕು.

ಶುದ್ಧರೋಹಿತದ ಉತ್ಪತ್ತಿ: ಈ ಕೆಳಕಂಡ ವ್ಯವಸ್ಥೆಯು ಶುದ್ಧ ರೋಹಿತವನ್ನು ಉತ್ಪತ್ತಿಮಾಡುತ್ತದೆ.

S ಊರ್ಧ್ವಮುಖಿಯಾಗಿ ನಿಂತ ಒಂದು ಕಿರಿದಾಗ ಸೀಳುಗಂಡಿ. ಅದನ್ನು ಪ್ರಕಾಶಮಾನವಾದ ಭಾಪದೀಪ ಅಥವಾ ವಿದ್ಯುತ್ ದೀಪದಿಂದ ಬೆಳಗಿಸಿ. ಸೀಳುಗಂಡಿಯನ್ನು L_1 ಪೀನಮಸೂರದ ಪ್ರಧಾನ ಸಂಗಮಬಿಂದುವಿನಲ್ಲಿ ಇರಿಸಿದೆ. ಇದು ಕಿರಣಗಳನ್ನು ಸಮಾಂತರಗೊಳಿಸಿ ABC ಪಟ್ಟಕದ ಮೇಲೆ ಪತನವಾಗುವಂತೆ ಮಾಡುತ್ತದೆ (ಚಿತ್ರ 6.4.6) ಪಟ್ಟಕವು ಪ್ರತಿ ಕಿರಣದ ಘಟಕ ಬಣ್ಣಗಳನ್ನು ವಿಭಜಿಸುತ್ತದೆ. ಪತನವಾಗುತ್ತಿರುವ ಶ್ವೇತಕಿರಣಗಳು ಸಮಾಂತರವಾಗಿರುವುದರಿಂದ ಪಟ್ಟಕವು ಒಂದೇ ಬಣ್ಣದ ಕಿರಣಗಳಲ್ಲಿ



ಚಿತ್ರ 6.4.6 ಶುದ್ಧರೋಹಿತದ ಉತ್ಪತ್ತಿ

ಒಂದೇ ಪ್ರಮಾಣದ ದಿಕ್ಪಲ್ಲಟವನ್ನು ಉಂಟುಮಾಡುತ್ತದೆ. ಹೀಗಾಗಿ ಪಟ್ಟಕದಿಂದ ನಿರ್ಗಮಿಸುವ ಒಂದೇ ಬಣ್ಣದ ಎಲ್ಲ ಕಿರಣಗಳು ಒಂದಕ್ಕೊಂದು ಸಮಾಂತರವಾಗಿರುತ್ತವೆ.

ನಿರ್ಗಮನ ಕಿರಣಗಳ ಹಾದಿಯಲ್ಲಿ ಮತ್ತೊಂದು ಪೀನಮಸೂರ L_2 ವನ್ನು ಇಟ್ಟರೆ, ಎಲ್ಲ ಕೆಂಪು ಕಿರಣಗಳು ಒಂದು ನಿರ್ದಿಷ್ಟ ಬಿಂದುವಿನಲ್ಲಿ ಸಂಧಿಸುತ್ತವೆ. ಹಾಗೆಯೇ ಎಲ್ಲಾ ಊದಾ ಬಣ್ಣದ ಕಿರಣಗಳೂ ಮತ್ತೊಂದು ಬಿಂದುV ನಲ್ಲಿ ಸೇರುತ್ತವೆ. ಉಳಿದ ಬಣ್ಣದ ಕಿರಣಗಳು R ಮತ್ತು V ನಡುವಿನ ಬೇರೆ ಬೇರೆ ಬಿಂದುಗಳಲ್ಲಿ ಸಂಧಿಸುತ್ತವೆ. ಈಗ L_2 ಮಸೂರದ ಸಂಗಮತಲದಲ್ಲಿ (ಅಂದರೆ, VR ಸಮತಲದಲ್ಲಿ) ಒಂದು ತೆರೆಯನ್ನಿಟ್ಟರೆ ಅದರ ಮೇಲೆ ಶುದ್ಧರೋಹಿತವು ಮೂಡುತ್ತದೆ. ಪಟ್ಟಕವು ಹಳದಿ ಕಿರಣಕ್ಕೆ ಕನಿಷ್ಠ ದಿಕ್ಪಲ್ಲಟ ಸ್ಥಿತಿಯಲ್ಲಿದ್ದರೆ ರೋಹಿತದ ಶುದ್ಧತೆ ಮತ್ತು ಗುಣಮಟ್ಟ ಉತ್ತಮವಾಗಿರುತ್ತದೆ.

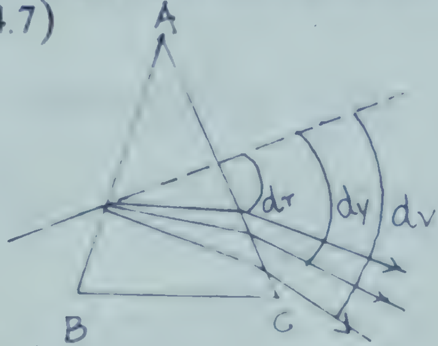
ವರ್ಣವಿಭಜನ ಸಾಮರ್ಥ್ಯ

ಶ್ವೇತ ಕಿರಣವು ಪಟ್ಟಕದ ಮೂಲಕ ಹಾದು ಹೊರಬಂದಾಗ ಅದರ ಘಟಕವರ್ಣಗಳು ಬೇರೆ ಬೇರೆ ಕೋನಗಳಲ್ಲಿ ದಿಕ್ಪಲ್ಲಟಿಸುತ್ತವೆ. ಕೆಂಪು ಕಿರಣದ ದಿಕ್ಪಲ್ಲಟ ಕನಿಷ್ಠವೂ, ಊದಾಕಿರಣದ ದಿಕ್ಪಲ್ಲಟ ಗರಿಷ್ಠವೂ ಆಗಿರುತ್ತದೆ.

ಶ್ವೇತ ಕಿರಣವು ತೆಳು ಪಟ್ಟಕದ ಮೂಲಕ ಹಾದುಹೋದಾಗ ಊದಾ ಮತ್ತು ಕೆಂಪುಕಿರಣಗಳ ದಿಕ್ಪಲ್ಲಟಗಳ ನಡುವಿನ ವ್ಯತ್ಯಾಸವನ್ನು ಕೋನೀಯ ವರ್ಣವಿಭಜನೆ ಎನ್ನಲಾಗುತ್ತದೆ.

ಯಾವುದೇ ಎರಡು ಕಿರಣಗಳಿಗೆ (ಸಾಮಾನ್ಯವಾಗಿ ಊದಾ ಮತ್ತು ಕೆಂಪು) ಅನ್ವಯವಾಗುವಂತೆ ಒಂದು ವಸ್ತುವಿನ ವರ್ಣ ವಿಭಜನ ಸಾಮರ್ಥ್ಯವು ಆ ಎರಡು ಕಿರಣಗಳ ಕೋನೀಯ ವರ್ಣವಿಭಜನೆ ಮತ್ತು ಮಾಧ್ಯಕಿರಣದ (mean ray) ದಿಕ್ಪಲ್ಲಟಗಳ ನಡುವಿನ ಪ್ರಮಾಣ (Ratio) ವಾಗಿರುತ್ತದೆ.

ವರ್ಣವಿಭಜನ ಸಾಮರ್ಥ್ಯಕ್ಕೆ ಸೂತ್ರ: ಶ್ವೇತ ಕಿರಣವು A ಕೋನವುಳ್ಳ ತ್ರಿಳುಪಟ್ಟಕದ ಮೂಲಕ ಹಾದು ಹೋದಾಗ d_v ಮತ್ತು d_r ಕ್ರಮವಾಗಿ ಊದಾ ಮತ್ತು ಕೆಂಪು ಕಿರಣಗಳ ದಿಕ್ಪಲ್ಲಟಗಳು. n_v ಮತ್ತು n_r ಕ್ರಮವಾಗಿ ಊದಾ ಮತ್ತು ಕೆಂಪು ಕಿರಣಗಳ ವಕ್ರೀಭವನಾಂಕಗಳು (ಚಿತ್ರ 6.4.7)



ಚಿತ್ರ 6.4.7 ವರ್ಣವಿಭಜನ ಸಾಮರ್ಥ್ಯ

ಹಿಂದೆಯೇ ತೋರಿಸಿರುವಂತೆ

$d_v = A(n_v - 1)$

$d_r = A(n_r - 1)$

ಕೋನೀಯ ವರ್ಣವಿಭಜನೆ $d_v - d_r = A(n_v - n_r)$

ಕೋನೀಯ ವರ್ಣವಿಭಜನೆ ಪಟ್ಟಕದ ಕೋನ ಮತ್ತು ಅದರ ಸ್ವಭಾವವನ್ನು ಅವಲಂಬಿಸಿರುತ್ತದೆ.

ಮಾಧ್ಯಕಿರಣ (ಸಾಮಾನ್ಯವಾಗಿ ಹಳದಿ)ದ ದಿಕ್ಪಲ್ಲಟ d ಮತ್ತು ಅದರ ವಕ್ರೀಭವನಾಂಕ n ಆದಾಗ

$d = A(n - 1)$

$$\therefore \text{ ವರ್ಣವಿಭಜನಾ ಸಾಮರ್ಥ್ಯ } (\omega) = \frac{d_v - d_r}{d} = \frac{n_v - n_r}{n - 1}$$

ವರ್ಣವಿಭಜನ ಸಾಮರ್ಥ್ಯ ω ಪಟ್ಟಕದ ಕೋನ A ಯಿಂದ ಮುಕ್ತವಾಗಿದೆ; ಪಟ್ಟಕದ ವಸ್ತುವಿನ ಸ್ವಭಾವವನ್ನು ಅವಲಂಬಿಸಿದೆ.

ದಿಕ್ಪಲ್ಲಟ ವರ್ಣವಿಭಜನೆ: ಬೇರೆ ಬೇರೆ ವಸ್ತುಗಳ ವರ್ಣವಿಭಜನ ಸಾಮರ್ಥ್ಯ ಬೇರೆ ಬೇರೆ ಇರುತ್ತದೆ. ಉದಾಹರಣೆಗೆ ಫ್ಲಿಂಟ್ ಗಾಜಿನ ವರ್ಣವಿಭಜನ ಸಾಮರ್ಥ್ಯವು ಕ್ರೌನ್ ಗಾಜಿನ ವರ್ಣವಿಭಜನ ಸಾಮರ್ಥ್ಯಕ್ಕಿಂತ ಹೆಚ್ಚು. ಶ್ವೇತ ಕಿರಣವೊಂದು ಪಟ್ಟಕದ ಮೂಲಕ ವಕ್ರೀಭವಿಸಿದಾಗ ಸಾಮಾನ್ಯವಾಗಿ ದಿಕ್ಪಲ್ಲಟ ಮತ್ತು ವರ್ಣವಿಭಜನೆ ಎರಡೂ

ಉಂಟಾಗುತ್ತದೆ. ಬೇರೆ ಬೇರೆ ವಸ್ತುವಿನಿಂದ ಮಾಡಿದ, ಯುಕ್ತ ಕೋನಗಳುಳ್ಳ ಎರಡು ಪಟ್ಟಕಗಳನ್ನು ಅವುಗಳ ಕೋನಗಳು ವಿರುದ್ಧ ದಿಕ್ಕಿನಲ್ಲಿ ಇರುವಂತೆ ಇರಿಸಿದಾಗ ದಿಕ್ಪಲ್ಲಟರಹಿತ ವರ್ಣವಿಭಜನೆ ಉಂಟುಮಾಡುವ ಪಟ್ಟಕಗಳ ಸಂಯೋಜನೆ ದೊರೆಯುತ್ತದೆ. ಇಲ್ಲಿ ಮೊದಲನೆಯ ಪಟ್ಟಕ ಉಂಟುಮಾಡಿದ ಮಾಧ್ಯಕಿರಣದ ದಿಕ್ಪಲ್ಲಟಕ್ಕೆ ಸಮನಾದ ಮತ್ತು ವಿರುದ್ಧವಾದ ದಿಕ್ಪಲ್ಲಟವನ್ನು ಎರಡನೆಯ ಪಟ್ಟಕವು ಉಂಟುಮಾಡಿದಾಗ ಕಿರಣವು ದಿಕ್ಪಲ್ಲಟಗೊಳ್ಳದೆ ಪಟ್ಟಕಗಳ ಸಂಯೋಜನೆಯಿಂದ ನಿರ್ಗಮಿಸುತ್ತದೆ. ಆದರೆ ಎರಡೂ ಪಟ್ಟಕಗಳು ಉಂಟುಮಾಡುವ ಕೋನೀಯ ವರ್ಣವಿಭಜನೆಯ ಪರಿಮಾಣವು ಬೇರೆ ಬೇರೆಯಾದ್ದರಿಂದ ಬೆಳಕಿನ ಕಿರಣದ ಪರಿಣಾಮಕ ವರ್ಣವಿಭಜನೆ ಉಳಿದುಬಿಡುತ್ತದೆ.

ದಿಕ್ಪಲ್ಲಟ ರಹಿತ ವರ್ಣವಿಭಜನೆಗೆ ಅಗತ್ಯವಾದ ಸ್ಥಿತಿ

d ಮತ್ತು d^1 ಕ್ರಮವಾಗಿ ಕ್ರೌನ್ ಮತ್ತು ಫ್ಲಿಂಟ್ ಪಟ್ಟಕಗಳು ಮಾಧ್ಯಕಿರಣದಲ್ಲಿ ಉಂಟು ಮಾಡುವ ದಿಕ್ಪಲ್ಲಟಗಳು.

$\therefore\ d = A(n-1)$ ಮತ್ತು $d^1 = A^1(n^1-1)$

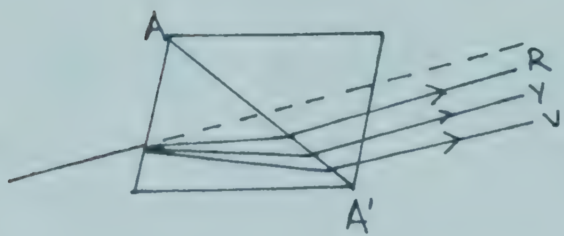
ಇಲ್ಲಿ A ಮತ್ತು A^1 ಹಾಗೂ n ಮತ್ತು n^1 ಅನುಕ್ರಮವಾಗಿ ಕ್ರೌನ್ ಮತ್ತು ಫ್ಲಿಂಟ್ ಪಟ್ಟಕಗಳ ಕೋನಗಳು ಮತ್ತು ಮಾಧ್ಯಕಿರಣದ ವಕ್ರೀಭವನಾಂಕಗಳು.

ಪರಿಣಾಮಕ ಮಾಧ್ಯ ದಿಕ್ಪಲ್ಲಟ = 0 ಆಗಬೇಕಾದರೆ, (ಅಂದರೆ, ಅಂತಿಮವಾಗಿ ಮಾಧ್ಯಕಿರಣವು ದಿಕ್ಪಲ್ಲಟವಿಲ್ಲದೆ ನಿರ್ಗಮಿಸಬೇಕಾದರೆ) ಎರಡು ಪಟ್ಟಕಗಳ ಮಾಧ್ಯ ದಿಕ್ಪಲ್ಲಟಗಳು (mean deviations) ಒಂದಕ್ಕೊಂದು ಸಮನಾಗಿ ಮತ್ತು ವಿರುದ್ಧವಾಗಿ ಇರಬೇಕಾಗುತ್ತದೆ.

$\therefore A(n-1) = -A^1(n^1-1)$ ಅಥವಾ

$$A^1 = -\frac{(n-1)}{n^1-1}A$$

(–) ಚಿಹ್ನೆಯು ಎರಡೂ ಪಟ್ಟಕಗಳನ್ನು ವಿರುದ್ಧ ದಿಕ್ಕಿನಲ್ಲಿ ಇರಿಸಲಾಗಿದೆ ಎಂಬುದನ್ನು ಸೂಚಿಸುತ್ತದೆ (ಚಿತ್ರ 6.4.8)



ಚಿತ್ರ 6.4.8 ದಿಕ್ಪಲ್ಲಟರಹಿತ ವರ್ಣವಿಭಜನೆ

ಉದಾಹರಣೆಗಳು

1. ಒಂದು ಪಟ್ಟಕದ ಕೋನ 60° ಮತ್ತು ಅದು ಉಂಟುಮಾಡುವ ಕನಿಷ್ಠ ದಿಕ್ಪಲ್ಲಟ 40°. ಪಟ್ಟಕದ ವಕ್ರೀಭವನಾಂಕವೆಷ್ಟು?

A = 60°
D = 40°

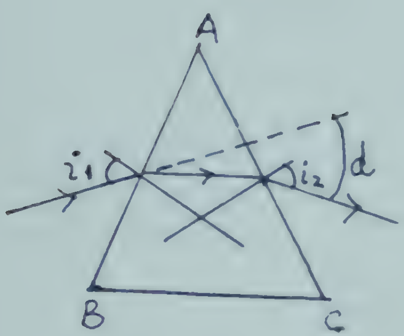
$$n = \frac{\sin \frac{1}{2}(A+D)}{\sin A/_2} = \frac{\sin \frac{1}{2}(60+40)}{\sin 60/_2} = \frac{\sin 50}{\sin 30}$$

$$\text{Log } n = \bar{1}.8843$$
$$\bar{1}.6990$$
$$0.1853$$
$$n = 1.532$$

2. 60° ಕೋನವುಳ್ಳ ಪಟ್ಟಕದ ಮೇಲೆ ಕಿರಣವೊಂದು 30° ಕೋನದಲ್ಲಿ ಪತನವಾಗುತ್ತಿದೆ. ಪಟ್ಟಕವಸ್ತುವಿನ ವಕ್ರೀಭವನಾಂಕ 1.5 . ದಿಕ್ಪಲ್ಲಟಕೋನವನ್ನು ಕಂಡುಹಿಡಿಯಿರಿ.

$n = 1.5$ AB ಯಲ್ಲಿ ವಕ್ರೀಭವನವಾದಾಗ $n = \frac{\sin i_1}{\sin r_1}$

$$15 = \frac{\sin 30}{\sin r_1} = \frac{0.5}{\sin r_1}$$



$$\sin r_1 = \frac{0.5}{1.5} = 0.3333$$

$$r_1 = 19° 28^1$$

ಆದರೆ $A = r_1 + r_2$

$$60° = 19° 28^1 + r_2$$

$$r_2 = 60° - 19° 28^1$$

$$r_2 = 40° \quad 32^1$$

AC ಯಲ್ಲಿ ವಕ್ರೀಭವನವಾದಾಗ, $n = \frac{\sin i_2}{\sin r_2}$

$$1.5 = \frac{\sin i_2}{\sin 40° \ 32^1}$$

$$\text{Sin } i_2 = 1.5 \text{ x } \quad \sin 40° \ 32^1$$

$$i_2 = 77° 6^1 \quad d = (i_1 + i_2) - A$$

$$d = (30 + 77° \ 6^1) - 60$$

$$= 47° 6^1$$

ದಿಕ್ಪಲ್ಲಟ ಕೋನ $= 47° 6^1$

3. 10° ಕೋನವುಳ್ಳ ಪಟ್ಟಕದ ಮೂಲಕ ಕಿರಣವೊಂದು ಹಾದು ಹೋಗುತ್ತದೆ. ನೀಲಿ ಕೆಂಪು ಕಿರಣಗಳಿಗೆ ಪಟ್ಟಕ ವಸ್ತುವಿನ ವಕ್ರೀಭವನಾಂಕವು ಕ್ರಮವಾಗಿ 1.531 ಮತ್ತು 1.521. ಹಾಗಾದರೆ (i) ಕೋನೀಯ ವರ್ಣವಿಭಜನೆ ಮತ್ತು (ii) ಪಟ್ಟಕವಸ್ತುವಿನ ವರ್ಣವಿಭಜನೆ ಸಾಮರ್ಥ್ಯವನ್ನು ಕಂಡುಹಿಡಿಯಿರಿ.

$n_b = 1.531$

$n_r = 1.521$

$A = 10°$

ಕೋನೀಯ ವರ್ಣವಿಭಜನೆ $= A(n_b - n_r)$

$= 10(1.531 - 1.521)$

$= 10 \times 0.01$

$= 0.1° = 6^1$

ಮಧ್ಯಕಿರಣದ ವಕ್ರೀಭವನಾಂಕ $n = \frac{n_b + n_r}{2}$

$$\frac{1.531 + 1.521}{2}$$

$$n = 1.526$$

ವರ್ಣವಿಭಜನ ಸಾಮರ್ಥ್ಯ $\omega = \frac{n_b - n_r}{n - 1}$

$$= \frac{1.531 - 1.521}{1.526 - 1}$$

ವರ್ಣವಿಭಜನ ಸಾಮರ್ಥ್ಯ $= 0.019$

4. ಎರಡು ರೋಹಿತರೇಖೆಗಳ ವಕ್ರೀಭವನಾಂಕಗಳು 1.49 ಮತ್ತು 1.51 ಪಟ್ಟಕದಕೋನ 7° ಇದ್ದರೆ ಪಟ್ಟಕವಸ್ತುವಿನ ವರ್ಣವಿಭಜನ ಸಾಮರ್ಥ್ಯವೆಷ್ಟು? ರೋಹಿತ ರೇಖೆಗಳ ದಿಕ್ಪಲ್ಲಟ ಹಾಗು ಕೋನಿಯ ವರ್ಣವಿಭಜನೆ ಎಷ್ಟು?

$n_1 = 1.49$

$n_2 = 1.51$

$A = 7°$

ದಿಕ್ಪಲ್ಲಟ $d_1 = (n_1 - 1) A$

$= (1.49 - 1) 7° = 0.49 \times 7° = 3.43°$

ದಿಕ್ಪಲ್ಲಟ $d_2 = (n_2 - 1) A$

$= (1.51 - 1) 7° = 0.51 \times 7° = 3.57°$

ಕೋನೀಯ ವರ್ಣವಿಭಜನೆ $(d_2 - d_1) = 3.57 - 3.43 = 0.14°$

ವರ್ಣವಿಭಜನ ಸಾಮರ್ಥ್ಯ $\omega = \frac{d_2 - d_1}{\frac{d_1 + d_2}{2}} = \frac{3.57 - 3.43}{\frac{3.57 + 3.43}{2}}$

$$= \frac{0.14}{3.50} = 0.04$$

5. 10° ಕೋನದ ಕ್ರೌನ್ ಗಾಜಿನ ಪಟ್ಟಕದೊಂದಿಗೆ ಸೇರಿ ದಿಕ್ಪಲ್ಲಟರಹಿತ ವರ್ಣ ವಿಭಜನೆಯನ್ನು ಉಂಟುಮಾಡುವ ಫ್ಲಿಂಟ್ ಗಾಜಿನ ಪಟ್ಟಕದ ಕೋನವನ್ನು ಕಂಡುಹಿಡಿಯಿರಿ. ಜೊತೆಗೆ, ಪಟ್ಟಕ ಸಂಯೋಜನೆ ಉಂಟುಮಾಡುವ ಕೋನೀಯ ವರ್ಣವಿಭಜನೆಯನ್ನು ಲೆಕ್ಕಹಾಕಿರಿ. ಈ ಕೆಳಕಂಡ ದತ್ತಕಗಳನ್ನು ಕೊಟ್ಟಿದೆ.

	n_r	n_y	n_v
ಕ್ರೌನ್	1.515	1.517	1.523
ಫ್ಲಿಂಟ್	1.644	1.650	1.664

ಕ್ರೌನ್ ಗಾಜಿನ ಪಟ್ಟಕದ ಕೋನ $A = 10°$

ಫ್ಲಿಂಟ್ ಗಾಜಿನ ಪಟ್ಟಕದ ಕೋನ $A^1 = ?$

ದಿಕ್ಪಲ್ಲಟರಹಿತ ವರ್ಣವಿಭಜನೆಯಾಗಲು

$$A^1 \ (n^1_y - 1) = - A\,(n_y - 1)$$

$$\therefore \ A^1 = - \frac{(n_y - 1)\,A}{(n^1_y - 1)}$$

$$= - \frac{(1.517 - 1)}{(1.650 - 1)} \times 10°$$

$$= - \frac{0.517}{0.650} \times 10° = - 7.954°$$

– ಚಿಹ್ನೆಯು ಫ್ಲಿಂಟ್ ಗಾಜಿನ ಪಟ್ಟಕದ ಕೋನ ವಿರುದ್ಧ ದಿಕ್ಕಿನಲ್ಲಿರಬೇಕೆಂಬುದನ್ನು ಸೂಚಿಸುತ್ತದೆ.

ಕ್ರೌನ್ ಗಾಜಿನ ಪಟ್ಟಕ ಉಂಟುಮಾಡುವ ವರ್ಣವಿಭಜನೆ $= (n_v - n_r)\,A$

$= (1.523 - 1.515) \times 10° = 0.0080 \times 10° = 0.08°$

ಫ್ಲಿಂಟ್ ಗಾಜಿನ ಪಟ್ಟಕ ಉಂಟುಮಾಡುವ ವರ್ಣವಿಭಜನೆ $= (n^1_v - n^1_r)A^1$

$= (1.664 - 1.644)\,(-8°) = 0.020 \times (-8) = -0.16°$

ಸಂಯೋಜನೆ ಉಂಟುಮಾಡುವ ಪರಿಣಾಮಕ ವರ್ಣವಿಭಜನೆ

$= 0.08 - 0.16 = -0.08° = -4.8^1$

ಅಭ್ಯಾಸ

ಒಂದು, ಎರಡು ಅಂಕದ ಪ್ರಶ್ನೆಗಳು

1. ಪಟ್ಟಕದಲ್ಲಿ ವಕ್ರೀಭವನವಾದಾಗ ವಕ್ರೀಭವನಾಂಕಕ್ಕೆ ಪಟ್ಟಕಕೋನ ಮತ್ತು ಕನಿಷ್ಠ ದಿಕ್ಪಲ್ಲಟಗಳನ್ನೊಳಗೊಂಡ ಸೂತ್ರ ಬರೆಯಿರಿ.

2. ಒಂದು ಗಾಜಿನ ಪಟ್ಟಕವನ್ನು ನೀರಿನಲ್ಲಿಟ್ಟಾಗ, ದಿಕ್ಪಲ್ಲಟಕೋನದಲ್ಲಿ ಯಾವ ರೀತಿಯ ಬದಲಾವಣೆಯಾಗುತ್ತದೆ?

3. ದಿಕ್ಪಲ್ಲಟಕೋನವೆಂದರೇನು?

4. ಕನಿಷ್ಠ ದಿಕ್ಪಲ್ಲಟ ಸ್ಥಾನದಲ್ಲಿ ಪಟ್ಟಕವಿದ್ದಾಗ ಅದರಲ್ಲಿ ಹಾಯುವ ಕಿರಣದ ಸ್ಥಿತಿ ಏನಾಗಿರುತ್ತದೆ?

5. ತೆಳುಪಟ್ಟಕವೆಂದರೇನು?

6. ತೆಳುಪಟ್ಟಕದಲ್ಲಿನ ದಿಕ್ಪಲ್ಲಟಕ್ಕೆ ಸಮೀಕರಣ ಬರೆಯಿರಿ.

7. ವರ್ಣವಿಭಜನೆ ಎಂದರೇನು?

8. ಪ್ರಕೃತಿಯಲ್ಲಾಗುವ ಯಾವುದಾದರೊಂದು ವರ್ಣವಿಭಜನೆಯನ್ನು ವಿವರಿಸಿ.

9. ವರ್ಣವಿಭಜನೆಗೆ ಕಾರಣವೇನು?

10. ಅಶುದ್ಧರೋಹಿತವೆಂದರೇನು? ಚಿತ್ರ ಬರೆದು ತೋರಿಸಿ.

11. ಶುದ್ಧರೋಹಿತವೆಂದರೇನು?

12. ಕೋನೀಯವರ್ಣವಿಭಜನೆ ಎಂದರೇನು?

13. ವರ್ಣವಿಭಜನ ಸಾಮರ್ಥ್ಯವನ್ನು ವಿವರಿಸಿ.

14. ದಿಕ್ಪಲ್ಲಟರಹಿತ ವರ್ಣವಿಭಜನೆ ಎಂದರೇನು?

ನಾಲ್ಕು ಅಂಕಗಳ ಪ್ರಶ್ನೆಗಳು

1. ಪಟ್ಟಕದಲ್ಲಿನ ವಕ್ರೀಭವನವನ್ನು ಚಿತ್ರಸಹಿತ ವಿವರಿಸಿ ಒಟ್ಟು ದಿಕ್ಪಲ್ಲಟವನ್ನು ನಿಷ್ಪತ್ತಿಸಿ.

2. ಕನಿಷ್ಠ ದಿಕ್ಪಲ್ಲಟವನ್ನು ನಕ್ಷೆ ಬರೆದು ವಿವರಿಸಿ. ಕನಿಷ್ಠ ದಿಕ್ಪಲ್ಲಟವಿದ್ದಾಗ ಕಿರಣಪಥದ ಸ್ಥಿತಿಯನ್ನು ವಿವರಿಸಿ.

3. ತೆಳುಪಟ್ಟಕದಲ್ಲಾಗುವ ದಿಕ್ಪಲ್ಲಟಕ್ಕೆ ಸಮೀಕರಣವನ್ನು ವ್ಯುತ್ಪತ್ತಿಸಿ.

4. ಶುದ್ಧರೋಹಿತವೆಂದರೇನು? ಅದನ್ನು ಪಡೆಯುವ ರೀತಿಯನ್ನು ಚಿತ್ರಸಹಿತ ವಿವರಿಸಿ.

5. ವರ್ಣವಿಭಜನೆ ಸಾಮರ್ಥ್ಯ ಸೂತ್ರವನ್ನು ವ್ಯುತ್ಪತ್ತಿಸಿ.

6. ದಿಕ್ಪಲ್ಲಟರಹಿತ ವರ್ಣವಿಭಜನೆಗೆ ಅಗತ್ಯವಾದ ಸ್ಥಿತಿಯನ್ನು ವಿವರಿಸಿ.

ಐದು ಅಂಕಗಳ ಪ್ರಶ್ನೆಗಳು

1. ಸಮಬಾಹು ಪಟ್ಟಕದಲ್ಲಿ ಉಂಟಾದ ಕನಿಷ್ಠ ದಿಕ್ಪಲ್ಲಟ ಕೋನ 48° 12' ಪಟ್ಟಕದ ವಕ್ರೀಭವನವನ್ನು ಕಂಡುಹಿಡಿಯಿರಿ. (1.62)

2. ಪಟ್ಟಕದ ಒಂದು ಮುಖದಮೇಲೆ 50° ಕೋನದಲ್ಲಿ ಪತನವಾಗುವ ಕಿರಣವು ಕನಿಷ್ಠ ದಿಕ್ಪಲ್ಲಟ್ಟಕೋನವನ್ನು ಹೊಂದಿರಬೇಕಾದರೆ 1.532 ವಕ್ರೀಭವನಾಂಕವುಳ್ಳ ವಸ್ತುವಿನಿಂದ ಮಾಡಿದ ಆ ಪಟ್ಟಕದ ಕೋನ ಎಷ್ಟಿರಬೇಕು? (60°)

3. 1.52 ವಕ್ರೀಭವನಾಂಕದ ಪಟ್ಟಕದ ಕೋನ 60° 16' ಇದ್ದರೆ ಕನಿಷ್ಠ ದಿಕ್ಪಲ್ಲಟಕೋನವೆಷ್ಟು? (39° 12')

4. 5° ಕೋನದ ತೆಳುಪಟ್ಟಕವು ಕೆಂಪು ಮತ್ತು ನೀಲಿ ಕಿರಣಗಳನ್ನು ಅನುಕ್ರಮವಾಗಿ 9.9° ಮತ್ತು 10.1° ಯಷ್ಟು ದಿಕ್ಪಲ್ಲಟಗೊಳಿಸುತ್ತದೆ. ಪಟ್ಟಕದ ವಸ್ತುವಿನ ವರ್ಣವಿಭಜನ ಸಾಮರ್ಥ್ಯವನ್ನು ಕಂಡುಹಿಡಿಯಿರಿ. (0.02)

5. ಒಂದು ನೇರನೋಟದ ರೋಹಿತ ದರ್ಶಕದಲ್ಲಿ ಎರಡು ಪಟ್ಟಕಗಳಿವೆ. ಅದರಲ್ಲಿ ಒಂದು ಫ್ಲಿಂಟ್ ಗಾಜಿನಿಂದ ಮತ್ತೊಂದು ಕ್ರೌನ್ ಗಾಜಿನಿಂದ ತಯಾರಿಸಲ್ಪಟ್ಟಿವೆ. ಫ್ಲಿಂಟ್ ಗಾಜಿನ ಪಟ್ಟಕಕೋನ 10° ಇದ್ದರೆ ಕ್ರೌನ್ ಗಾಜಿನ ಪಟ್ಟಕಕೋನ ಎಷ್ಟಿರುತ್ತದೆ? (–12.5°)

6.5 ಗೋಳತಲದಲ್ಲಿ ವಕ್ರೀಭವನ

ಸಮತಲದಲ್ಲಿ ವಕ್ರೀಭವನವನ್ನು ಅಭ್ಯಾಸಮಾಡುವಾಗ ಎರಡು ವಿಭಿನ್ನ ಮಧ್ಯವರ್ತಿಗಳನ್ನು ಬೇರ್ಪಡಿಸುವ ಎಲ್ಲೆಯು ಸಮತಲದ್ದಾಗಿತ್ತು. ಇದೇ ರೀತಿ ಎರಡು ವಿಭಿನ್ನ ಮಧ್ಯವರ್ತಿಗಳನ್ನು ಬೇರ್ಪಡಿಸುವ ಎಲ್ಲೆಯು ಗೋಳೀಯವಾಗಿದ್ದಾಗಲೂ ವಕ್ರೀಭವನ ಸೂತ್ರಗಳು ಅನ್ವಯವಾಗುತ್ತವೆ. ಅಲ್ಲದೆ ಅನೇಕ ದ್ಯುತಿ ಉಪಕರಣಗಳಲ್ಲಿ ಬಳಸುವ ಪ್ರಧಾನ ಭಾಗವಾದ ಮಸೂರಗಳದ್ದು ಕೂಡ ವಕ್ರ ಮೇಲ್ಮೈ ಆಗಿರುತ್ತದೆ. ಹೀಗಾಗಿ ಗೋಳತಲದಲ್ಲಿ ವಕ್ರೀಭವನದ ಅಭ್ಯಾಸವು ಅತ್ಯಂತ ಉಪಯುಕ್ತವಾಗಿದೆ. ಈ ಅಭ್ಯಾಸದಲ್ಲಿ ಸಾಮಾನ್ಯವಾಗಿ ಬಳಸುವ ಕೆಲ ಪಾರಿಭಾಷಿಕ ಪದಗಳನ್ನು ಕೆಳಗೆ ಕೊಟ್ಟಿದೆ.

ಗೋಳತಲ – ಪಾರದರ್ಶಕ ಮಧ್ಯವರ್ತಿಯನ್ನು ಹೊಂದಿರುವ ಪರಿಪೂರ್ಣ ಗೋಳದ ಒಂದು ಭಾಗ.

ವಕ್ರತಾಕೇಂದ್ರ – ಗೋಳ ಮೇಲ್ಮೈಯಾವ ಗೋಳದ ಒಂದು ಭಾಗವಾಗಿರುತ್ತದೆಯೋ ಆ ಗೋಳದ ಕೇಂದ್ರ (C)

ಧ್ರುವ – ಗೋಳ ಮೇಲ್ಮೈನ ಮಧ್ಯಬಿಂದು (P)

ವಕ್ರತಾ ತ್ರಿಜ್ಯ – ಗೋಳ ಮೇಲ್ಮೈ ಯಾವ ಗೋಳದ ಒಂದು ಭಾಗವಾಗಿರುತ್ತದೆಯೋ ಆ ಗೋಳದ ತ್ರಿಜ್ಯ (PC)

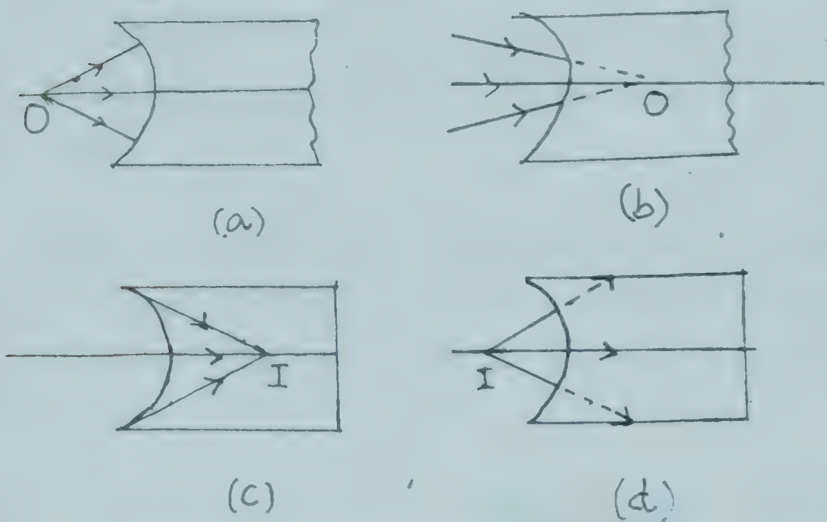
ಪ್ರಧಾನಾಕ್ಷ – ಧ್ರುವ ಮತ್ತು ವಕ್ರತಾ ಕೇಂದ್ರಗಳನ್ನು ಹಾದುಹೋಗುವ ಸರಳರೇಖೆ.

ದೃಗ್ವ್ಯಾಸ – ಗೋಳತಲದಲ್ಲಿ ಬೆಳಕು ಹಾದು ಹೋಗುವ ದೃಶ್ಯ ಭಾಗದ ವ್ಯಾಸ.

ಚಿಹ್ನೆಗಳ ಸಂಪ್ರದಾಯ

1. ಯಾವುದೇ ದೂರವನ್ನು ಅಳೆಯುವಾಗ ಧ್ರುವದಿಂದ ಪ್ರಧಾನಾಕ್ಷದ ಉದ್ದಕ್ಕೂ ಅಳತೆ ಮಾಡಲಾಗುತ್ತದೆ.

2. ನೈಜವಸ್ತು ಮತ್ತು ನೈಜಪ್ರತಿಬಿಂಬಗಳ ದೂರವನ್ನು ಧನಾತ್ಮಕವೆಂದೂ ಹಾಗೂ ಮಿಥ್ಯವಸ್ತು ಮತ್ತು ಮಿಥ್ಯಾಪ್ರತಿಬಿಂಬಗಳ ದೂರವನ್ನು ಋಣಾತ್ಮಕವೆಂದೂ ಭಾವಿಸಲಾಗುತ್ತದೆ.



a) ನೈಜವಸ್ತು
b) ಮಿಥ್ಯಾವಸ್ತು
c) ನೈಜಪ್ರತಿಬಿಂಬ
d) ಮಿಥ್ಯಾಪ್ರತಿಬಿಂಬ

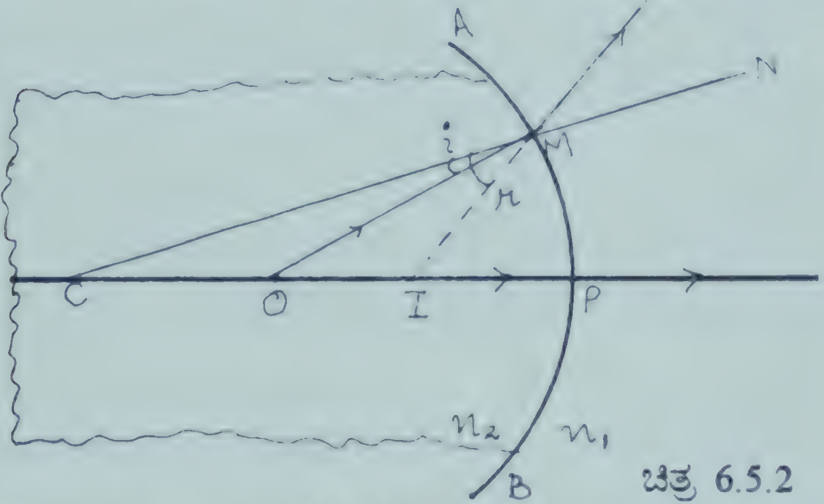
ಚಿತ್ರ 6.5.1

3. ಪ್ರಧಾನಾಕ್ಷಕ್ಕೆ ಸಮಾಂತರವಾಗಿರುವ ಕಿರಣಗಳು ವಕ್ರೀಭವನವಾದ ಮೇಲೆ ಪ್ರಧಾನಾಕ್ಷದತ್ತ ಬಾಗಿದಾಗ ವಕ್ರತಾತ್ರಿಜ್ಯವನ್ನು ಧನಾತ್ಮಕವೆಂದು ಪರಿಗಣಿಸಲಾಗುತ್ತದೆ. ಹಾಗಿಲ್ಲದೆ ಕಿರಣಗಳು ಪ್ರಧಾನಾಕ್ಷದಿಂದ ಹೊರಕ್ಕೆ ಬಾಗಿದಾಗ ವಕ್ರತಾ ತ್ರಿಜ್ಯವನ್ನು ಋಣಾತ್ಮಕವೆಂದು ಪರಿಗಣಿಸಲಾಗುತ್ತದೆ. ಇದನ್ನೇ ವಕ್ರತಲವು ಸಾಂದ್ರಮಧ್ಯವರ್ತಿಯತ್ತ ನಿಮ್ನವಾಗಿದ್ದಲ್ಲಿ ಅದರ ವಕ್ರತಾ ತ್ರಿಜ್ಯವನ್ನು ಧನಾತ್ಮಕವೆಂದೂ, ಹಾಗಿರದೆ ವಕ್ರತಲವು ವಿರಳ ಮಧ್ಯವರ್ತಿಯತ್ತ ನಿಮ್ನವಾಗಿದ್ದಲ್ಲಿ ಅದರ ವಕ್ರತಾ ತ್ರಿಜ್ಯವನ್ನು ಋಣಾತ್ಮಕವೆಂದೂ ಪರಿಗಣಿಸಲಾಗುತ್ತದೆ.

ಗೋಳತಲದ ವಕ್ರೀಭವನಕ್ಕೆ n, u, v ಮತ್ತು r ಗಳ ನಡುವಣ ಸಂಬಂಧ

ಸಾಂದ್ರ ಮಧ್ಯವರ್ತಿಯಲ್ಲಿರುವ ಬಿಂದುರೂಪ ವಸ್ತುವು ನಿಮ್ನತಲಕ್ಕೆ ಅಭಿಮುಖವಾಗಿರುವಾಗ

ಚಿತ್ರದಲ್ಲಿ AB ವಕ್ರತಲವು ಅನುಕ್ರಮವಾಗಿ n_1 ಮತ್ತು n_2 ವಕ್ರೀಭವನಾಂಕವುಳ್ಳ ಎರಡು ಮಧ್ಯವರ್ತಿಗಳನ್ನು ಬೇರ್ಪಡಿಸುತ್ತಿದೆ. $n_2 > n_1$ ಆಗಿರಲಿ.



ಚಿತ್ರ 6.5.2

O ಸಾಂದ್ರ ಮಧ್ಯವರ್ತಿಯಲ್ಲಿದ್ದು ನಿಮ್ನತಲಕ್ಕೆ ಅಭಿಮುಖವಾಗಿರುವ ಬಿಂದುರೂಪವಸ್ತು. O ಇಂದ ಹೊರಟು ಪ್ರಧಾನಾಕ್ಷದ ಮುಖಾಂತರ ಹೋಗುವ ಕಿರಣವು ಲಂಬವಾಗಿ ಪತನವಾಗುವುದರಿಂದ ದಿಕ್ಪಲ್ಲಟಗೊಳ್ಳದೆ OP ಮಾರ್ಗವಾಗಿ ಹಾದುಹೋಗುತ್ತದೆ. ಪ್ರಧಾನಾಕ್ಷಕ್ಕೆ ಹತ್ತಿರದಲ್ಲಿನ OM ಪತನಕಿರಣವು ವಕ್ರಮೇಲ್ಮೈಯಲ್ಲಿ ವಕ್ರೀಭವಿಸಿ ML ಮೂಲಕ ಹಾದುಹೋಗುತ್ತದೆ. ಈ ಎರಡೂ ವಕ್ರೀಭವನಗೊಂಡ ಕಿರಣಗಳು ಸಂಧಿಸುವುದಿಲ್ಲವಾಗಿ ಪ್ರತಿಬಿಂಬವು ನೈಜವಾಗಿರುವುದಿಲ್ಲ. ಇದೇ ಕಿರಣಗಳನ್ನು ಹಿಂದಕ್ಕೆ ಎಳೆದಾಗ ಅವು I ಬಿಂದುವಿನಿಂದ ಹೊರಟ ಅಪಬಿಂದು (divergent) ಕಿರಣಾವಳಿಗಳೇನೋ ಎನ್ನಿಸುತ್ತದೆ. ಇದರಿಂದಾಗಿ I ಮಿಥ್ಯಾಪ್ರತಿಬಿಂಬವಾಗಿದೆ.

CMO = i (ಪತನಕೋನ)

CMI = r (ವಕ್ರೀಭವನಕೋನ)

MCI = θ ಆಗಿರಲಿ

OMC ತ್ರಿಕೋನಕ್ಕೆ ಸೈನ್ ನಿಯಮವನ್ನು ಅನ್ವಯಿಸಿದರೆ ;

$CO/ \sin i = OM/\sin \theta$ ------6.5.1

ಇದೇ ರೀತಿ IMC ತ್ರಿಕೋನದಲ್ಲಿ $CI/ \sin r = IM/\sin \theta$ -------6.5.2

ಮೇಲಿನ ಸಮೀಕರಣಗಳನ್ನು ಭಾಗಿಸಿದಾಗ ;

$(CO/CI)\ (\sin r /\sin i) = OM/ IM$ ------6.5.3

ಪ್ರಧಾನಾಕ್ಷಕ್ಕೆ ಸಮೀಪದ ಸಣ್ಣ ದೃಗ್ವ್ಯಾಸ ಉಳ್ಳ ವಕ್ರತಲದಲ್ಲಿ

$OM \simeq OP$ ಮತ್ತು $IM \simeq IP$ ಎಂದು ಬರೆಯಬಹುದು.

ಆಗ $(CO/CI)\ \dfrac{\sin r}{\sin i} = OP/IP$ ------6.5.4

$OP = u$, $IP = v$, $CO = CP - OP = R - u$ ಮತ್ತು $CI = CP - IP = R - v$

ಎಂದು ಸಂಕೇತಗಳನ್ನು ಬಳಸಿಕೊಂಡರೆ,

ಸ್ನೆಲ್ ನಿಯಮಾನುಸಾರ $\sin r / \sin i = n_2 / n_1$

∴ ಸಮೀಕರಣ (6.5.4)

$$\frac{R-u}{R-v} \times \frac{n_2}{n_1} = u/v$$ ಎಂದಾಗುತ್ತದೆ.

ಹಾಗೂ, $n_2 v (R-u) = n_1 u (R-v)$

ಅಥವಾ $n_2 vR - n_2 uv = n_1 uR - n_1 uv$

ಮೇಲಿನದ್ದನ್ನು uvr ನಿಂದ ಭಾಗಿಸಿದರೆ;

$n_2 / u - n_2 / R = n_1 / v - n_1 / R$

ಚಿಹ್ನೆಗಳ ಸಂಪ್ರದಾಯಾನುಸಾರ ವಸ್ತುದೂರ u ಧನಾತ್ಮಕ; ಮಿಥ್ಯಾಬಿಂಬದ ದೂರ v ಋಣಾತ್ಮಕ ಮತ್ತು ವಕ್ರತಾತ್ರಿಜ್ಯ R ಧನಾತ್ಮಕ.

$$\therefore\ \mathbf{n_2 / u + n_1 / v = (n_2 - n_1) / R}$$

ಮೇಲಿನ ಸಮೀಕರಣವನ್ನು ಈ ಕೆಳಗಿನಂತೆ ಸಾರ್ವತ್ರೀಕರಿಸಬಹುದು.

$$\frac{\text{ವಸ್ತುದೇಶದ ವಕ್ರೀಭವನಾಂಕ}}{\text{ವಸ್ತುದೂರ}} + \frac{\text{ಬಿಂಬದೇಶದ ವಕ್ರೀಭವನಾಂಕ}}{\text{ಬಿಂಬದೂರ}} = \frac{\text{ವಕ್ರೀಭವನಾಂಕಗಳ ವ್ಯತ್ಯಾಸ}}{\text{ವಕ್ರತಾ ತ್ರಿಜ್ಯ}}$$

ಪತನಕಿರಣವಿರುವ ಮಾಧ್ಯಮವನ್ನು ವಸ್ತುದೇಶ (object space) ಎಂತಲೂ ವಕ್ರೀಭವನ ಕಿರಣವಿರುವ ಮಧ್ಯವರ್ತಿಯನ್ನು ಬಿಂಬದೇಶ (image space) ಎಂತಲೂ ಕರೆಯಲಾಗುತ್ತದೆ.

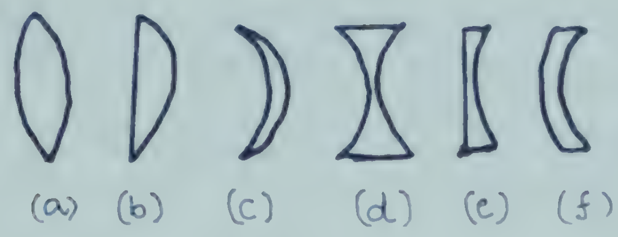
ವಕ್ರೀಭವನಾಂಕಗಳ ವ್ಯತ್ಯಾಸಕ್ಕೂ ಮತ್ತು ಮೇಲ್ಮೈನ ವಕ್ರತಾತ್ರಿಜ್ಯಕ್ಕೂ ಇರುವ ಪ್ರಮಾಣ $(n_2 - n_1)/R$ ಅನ್ನು ಮೇಲ್ಮೈ **ಸಾಮರ್ಥ್ಯ**(power) ವೆನ್ನಲಾಗುತ್ತದೆ. ಇದು ಮೇಲ್ಮೈ ಉಂಟುಮಾಡುವ ಅಭಿಸರಣ (convergence) ಮತ್ತು ಅಪಸರಣ (divergence) ದ ಅಳತೆಯಾಗಿದೆ.

ಮಸೂರಗಳು

ಎರಡು ವಕ್ರಮೇಲ್ಮೈ ಅಥವಾ ಒಂದು ವಕ್ರಮೇಲ್ಮೈ ಮತ್ತು ಒಂದು ಸಮತಲ ಮೇಲ್ಮೈಯಿಂದ ಬಂಧಿತವಾದ ಪಾರದರ್ಶಕ ಮಾಧ್ಯಮವನ್ನು ಮಸೂರ ಎನ್ನಲಾಗುತ್ತದೆ.

ಮಧ್ಯದಲ್ಲಿ ದಪ್ಪಗಿದ್ದು ಅಂಚಿನಲ್ಲಿ ತೆಳ್ಳಗಿರುವುದನ್ನು **ಪೀನಮಸೂರ**ವೆಂದೂ, ಅಂಚಿನಲ್ಲಿ ದಪ್ಪಗಿದ್ದು ಮಧ್ಯದಲ್ಲಿ ತೆಳ್ಳಗಿರುವುದನ್ನು **ನಿಮ್ನಮಸೂರ**ವೆಂದು ಕರೆಯಲಾಗುತ್ತದೆ.

ವಿವಿಧ ರೀತಿಯ ಮಸೂರಗಳನ್ನು ಚಿತ್ರ 6.5.3 ರಲ್ಲಿ ತೋರಿಸಲಾಗಿದೆ.



ಚಿತ್ರ 6.5.3

a) ದ್ವಿಪೀನಮಸೂರ
b) ಸಮತಲ ಪೀನಮಸೂರ
c) ನಿಮ್ನ – ಪೀನಮಸೂರ

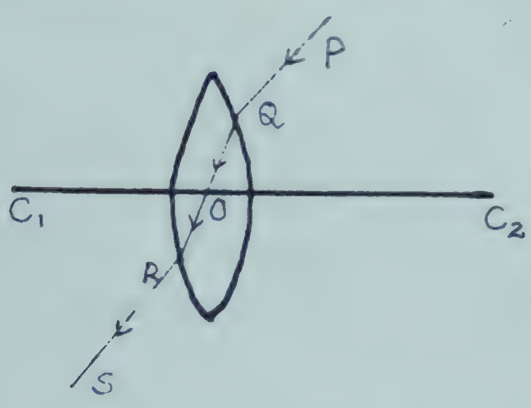
ಅಭಿಸರಣ ಮಸೂರಗಳು (convergent lenses)

d) ದ್ವಿನಿಮ್ನ ಮಸೂರ
e) ಸಮತಲ ನಿಮ್ನಮಸೂರ
f) ಪೀನ – ನಿಮ್ನಮಸೂರ

ಅಪಸರಣ ಮಸೂರಗಳು (Divergent lenses)

ಎರಡು ವಕ್ರ ಮೇಲ್ಮೈಗಳ ವಕ್ರತಾ ಕೇಂದ್ರಗಳನ್ನು ಸೇರಿಸುವ ರೇಖೆಗೆ ಪ್ರಧಾನಾಕ್ಷವೆಂದು ಹೆಸರು.

ಒಂದು ಕಿರಣವು ಮಸೂರದ ಒಂದು ಮುಖದ ಮೇಲೆ ಪತನವಾಗಿ ಮತ್ತೊಂದು ಮುಖದ ಮೂಲಕ ಪತನಕಿರಣಕ್ಕೆ ಸಮಾಂತರವಾಗಿ ನಿರ್ಗಮಿಸುವಾಗ, ಮಸೂರದೊಳಗಿನ ಕಿರಣಪಥವು ಪ್ರಧಾನಾಕ್ಷವನ್ನು ಒಂದು ನಿರ್ದಿಷ್ಟ ಬಿಂದುವಿನಲ್ಲಿ ಸಂಧಿಸುತ್ತದೆ. ಈ ಬಿಂದುವಿಗೆ ಮಸೂರದ ದ್ಯುತಿಕೇಂದ್ರ (O) (Optic centre) ಎಂದು ಹೆಸರು.



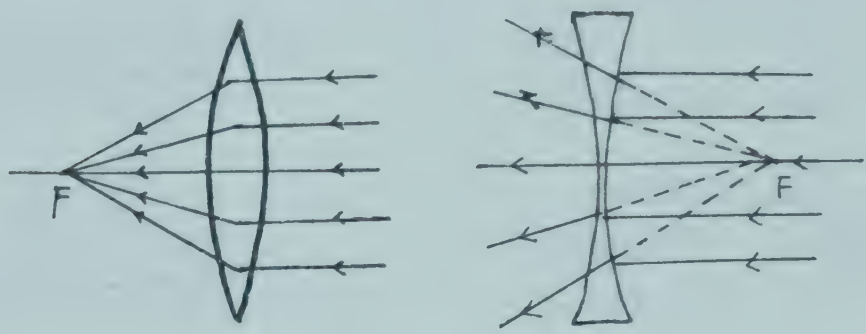
ಚಿತ್ರ 6.5.4 ದ್ಯುತಿಕೇಂದ್ರ

ಚಿತ್ರ 6.5.4 ರಲ್ಲಿ PQ ಪತನಕಿರಣ RS ನಿರ್ಗಮನ ಕಿರಣ ಎರಡೂ ಸಮಾಂತರವಾಗಿವೆ. QR ಮಸೂರದೊಳಗಿನ ಕಿರಣಪಥ. ಇದು ಪ್ರಧಾನಾಕ್ಷ $C_1 C_2$ ವನ್ನು O ಬಿಂದುವಿನಲ್ಲಿ ಸಂಧಿಸುತ್ತಿದೆ. ಇಲ್ಲಿ O ಬಿಂದುವೇ ಮಸೂರದ ದ್ಯುತಿಕೇಂದ್ರ.

ಈ ಅಧ್ಯಾಯದಲ್ಲಿ ತೆಳುಮಸೂರಗಳನ್ನು ಮಾತ್ರ ಪರಿಗಣಿಸಲಾಗಿದೆ. ಮಸೂರದ ದಪ್ಪವು ಅದರ ವಕ್ರತಾತ್ರಿಜ್ಯಕ್ಕಿಂತ ತುಂಬಾ ಕಡಿಮೆ ಇದ್ದಾಗ ಅಂಥಾ ಮಸೂರವನ್ನು **ತೆಳುಮಸೂರ** (Thin lens) ಎಂದು ಕರೆಯಲಾಗುತ್ತದೆ. ತೆಳು ಮಸೂರದಲ್ಲಿ ದ್ಯುತಿ ಕೇಂದ್ರವು ಪ್ರಧಾನಾಕ್ಷದ ಮೇಲೆ ಎರಡೂ ಮೇಲ್ಮೈಗಳ ಮಧ್ಯೆ ಇರುತ್ತದೆ.

ಮಸೂರಗಳ ಕಾರ್ಯರೀತಿ

ಮಸೂರವು ಅನೇಕ ಚಿಕ್ಕಚಿಕ್ಕ ಪಟ್ಟಕಗಳಿಂದಾಗಿದೆ ಎಂದು ಭಾವಿಸಬಹುದು. ಪ್ರತಿ ಪಟ್ಟಕ ತಲವೂ, ಪೀನಮಸೂರದಲ್ಲಿ ಅಕ್ಷದ ಕಡೆಗೆ (ಚಿತ್ರ 6.5.5 (a)) ನಿಮ್ನ ಮಸೂರದಲ್ಲಿ ಅಕ್ಷದಿಂದ ದೂರಕ್ಕೆ (ಚಿತ್ರ 6 5.6 (b)) ಇರುತ್ತದೆ. ಮಸೂರದ ಕೇಂದ್ರ ಭಾಗವು ಹೆಚ್ಚುಕಮ್ಮಿ ಒಂದು ಸಮಾಂತರ ಭುಜಗಳ ಚಿಕ್ಕ ಚಪ್ಪಡಿಯಾಗಿರುತ್ತದೆ. ಆದ್ದರಿಂದ ಅಕ್ಷಕ್ಕೆ ಸಮೀಪವಾಗಿ ಮತ್ತು ಸಮಾಂತರವಾಗಿ ಹಾದು ಹೋಗುವ ಕಿರಣಗಳು ದಿಕ್ಪಲ್ಲಟವಿಲ್ಲದೆ ನೇರವಾಗಿ ಹೋಗುತ್ತವೆ.



(a) ಚಿತ್ರ 6.5.5 (b)

ಆದರೆ ಚಪ್ಪಡಿಯ ಎರಡೂ ಬದಿಯಲ್ಲಿನ ಪಟ್ಟಕಗಳ ಮೂಲಕ ಹಾದುಹೋಗುವ ಎಲ್ಲ ಕಿರಣಗಳೂ ನಿರ್ಗಮಿಸುವಾಗ ಪಟ್ಟಕಗಳ ತಲದ ಕಡೆಗೇ ಬಾಗುತ್ತವೆ.

ಪೀನಮಸೂರದಲ್ಲಿ ಪಟ್ಟಕ ತಲಗಳು ಪ್ರಧಾನಾಕ್ಷದ ಕಡೆಗೆ ಇರುವುದರಿಂದ ಎಲ್ಲ ನಿರ್ಗಮನ ಕಿರಣಗಳೂ ಪ್ರಧಾನಾಕ್ಷದ ಕಡೆಗೆ ದಿಕ್ಪಲ್ಲಟಿಸಿ ಒಂದು ನಿರ್ದಿಷ್ಟ ಬಿಂದುವಿನಲ್ಲಿ ಅಭಿಸರಿಸುತ್ತವೆ. ಆದ್ದರಿಂದ ಪೀನಮಸೂರವನ್ನು ಅಭಿಸರಣ ಮಸೂರ (convergent lens) ಎಂದೂ ಕರೆಯಲಾಗುತ್ತದೆ.

ನಿಮ್ನಮಸೂರದಲ್ಲಿ ಪಟ್ಟಕ ತಲಗಳು ಪ್ರಧಾನಾಕ್ಷದಿಂದ ದೂರವಾಗಿರುತ್ತವೆ. ಆದ್ದರಿಂದ ನಿರ್ಗಮನ ಕಿರಣಗಳೆಲ್ಲ ಪ್ರಧಾನಾಕ್ಷದಿಂದ ದೂರಕ್ಕೆ ಅಪಸರಿಸುತ್ತವೆ. ಈ ಎಲ್ಲ ಕಿರಣಗಳು ಪ್ರಧಾನಾಕ್ಷದ ಮೇಲಿನ ಒಂದು ನಿರ್ದಿಷ್ಟ ಬಿಂದುವಿನಿಂದ ಬಂದಂತೆ ತೋರುತ್ತವೆ. ಆದ್ದರಿಂದ ನಿಮ್ನಮಸೂರವನ್ನು ಅಪಸರಣ ಮಸೂರ (divergent lens) ವೆಂದೂ ಕರೆಯಲಾಗುತ್ತದೆ.

ಸಂಗಮಬಿಂದು : ಪ್ರಧಾನಾಕ್ಷಕ್ಕೆ ಸಮಾಂತರವಾಗಿರುವ ಸಮಾಂತರ ಕಿರಣಗಳು ಮಸೂರದ ಮೂಲಕ ವಕ್ರೀಭವನಗೊಂಡ ನಂತರ ಅವುಗಳು ಪ್ರಧಾನಾಕ್ಷದ ಮೇಲಿನ ಒಂದು ನಿರ್ದಿಷ್ಟ ಬಿಂದುವಿನಲ್ಲಿ ವಾಸ್ತವವಾಗಿ ಅಭಿಸರಿಸುತ್ತವೆ (ಪೀನ ಮಸೂರದಲ್ಲಿ). ಅಥವಾ ಒಂದು ನಿರ್ದಿಷ್ಟ ಬಿಂದುವಿನಿಂದ ಅಪಸರಿಸಿದಂತೆ ತೋರುತ್ತವೆ (ನಿಮ್ನಮಸೂರದಲ್ಲಿ). ಈ ನಿರ್ದಿಷ್ಟ ಬಿಂದುವನ್ನು ಮಸೂರದ ಪ್ರಧಾನ ಸಂಗಮಬಿಂದು (F) ಎಂದು ಕರೆಯಲಾಗುತ್ತದೆ.

ಪ್ರಧಾನ ಸಂಗಮಬಿಂದು ಮತ್ತು ದ್ಯುತಿಕೇಂದ್ರಗಳ ನಡುವಿನ ಅಂತರಕ್ಕೆ ಸಂಗಮ ದೂರ ಎಂದು ಹೆಸರು. ಚಿತ್ರಗಳಲ್ಲಿ ಸಂಗಮ ದೂರ FO = f

ಮಸೂರದಲ್ಲಿ ಎರಡು ವಕ್ರ ಮೇಲ್ಮೈಗಳಿದ್ದು ಬೆಳಕಿನ ಕಿರಣಗಳು ಎರಡೂ ಕಡೆಗಳಿಂದ ವಕ್ರೀಭವನಗೊಳ್ಳುವುದು ಸಾಧ್ಯವಿರುವುದರಿಂದ ಪ್ರತಿ ಮಸೂರದಲ್ಲು ಎರಡು ಪ್ರಧಾನ ಸಂಗಮಬಿಂದುಗಳಿರುತ್ತವೆ. ಇವು ದ್ಯುತಿಕೇಂದ್ರದಿಂದ ಸಮದೂರದಲ್ಲಿ ಎರಡೂ ಕಡೆಗೆ ಒಂದೊಂದರಂತೆ ಇರುತ್ತವೆ.

ತೆಳುಮಸೂರಗಳಲ್ಲಿ ಬಿಂಬಗಳ ರಚನೆ

ಒಂದು ಬಿಂದುವಿನ ಬಿಂಬವನ್ನು ಪಡೆಯಲು ಎರಡು ಕಿರಣಗಳ ಅವಶ್ಯಕತೆ ಇದೆ. ಯಾವುದೇ ಬಿಂದುವು ಎಲ್ಲ ದಿಕ್ಕುಗಳಲ್ಲಿಯೂ ಕಿರಣಗಳನ್ನು ಚೆಲ್ಲುತ್ತಿರುತ್ತದೆ. ಇವುಗಳಲ್ಲಿ ಕೆಳಕಂಡ ಎರಡು ಕಿರಣಗಳನ್ನು ಆರಿಸಿಕೊಳ್ಳಲಾಗುತ್ತದೆ.

1. ವಸ್ತುವಿನ ಯಾವುದಾದರೂ ಒಂದು ಬಿಂದುವಿನಿಂದ ಹೊರಟ, ಪ್ರಧಾನಾಕ್ಷಕ್ಕೆ ಸಮಾಂತರವಾಗಿರುವ ಕಿರಣ. ಈ ಕಿರಣವು ಮಸೂರದ ಮೂಲಕ ಪ್ರೇಕ್ಷಣೆಯಾದ (transmission) ನಂತರ ಪ್ರಧಾನ ಸಂಗಮಬಿಂದುವಿನ ಮೂಲಕ ಹಾದು ಹೋಗುತ್ತದೆ, ಅಥವ ಪ್ರಧಾನ ಸಂಗಮಬಿಂದುವಿನಿಂದ ಬಂದಂತೆ ತೋರುತ್ತದೆ.

2. ಅದೇ ಬಿಂದುವಿನಿಂದ ಹೊರಟ ಎರಡನೆಯ ಕಿರಣ ಮಸೂರದ ದ್ಯುತಿ ಕೇಂದ್ರದ ಮೂಲಕ ದಿಕ್ಪಲ್ಲಟಗೊಳ್ಳದೆ ನೇರವಾಗಿ ಪ್ರೇಕ್ಷಣೆಯಾಗುತ್ತದೆ.

ಈ ಎರಡೂ ಪ್ರೇಕ್ಷಣಾ ಕಿರಣಗಳು ಸಂಧಿಸುವ ಬಿಂದುವೇ ಬಿಂಬ.

ಚಿತ್ರ 6.5. 6 ರಲ್ಲಿ a ಯಿಂದ g ವರೆಗೆ ಮಸೂರದ ಪ್ರಧಾನಾಕ್ಷದ ಮೇಲೆ ಬೇರೆ ಬೇರೆ ದೂರಗಳಲ್ಲಿಟ್ಟ AB ವಸ್ತುವಿನ $A_1 B_1$ ಬಿಂಬದ ರಚನೆಯನ್ನು ತೋರಿಸಿದೆ.

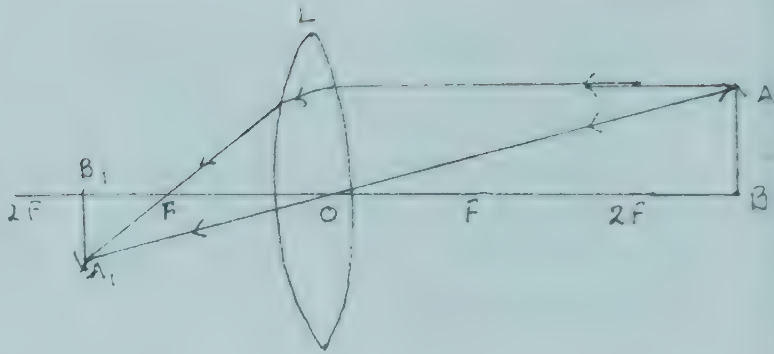
O ಮಸೂರದ ದ್ಯುತಿ ಕೇಂದ್ರ. F, F ಅದರ ಪ್ರಧಾನ ಸಂಗಮಬಿಂದುಗಳು. C, C ಅದರ ವಕ್ರತಾಕೇಂದ್ರಗಳು. ಇವುಗಳನ್ನು 2F, 2F ಎಂದೂ ಕರೆಯಬಹುದು. ಏಕೆಂದರೆ r = 2F. AM ಕಿರಣವು ವಸ್ತುವಿನ A ಬಿಂದುವಿನಿಂದ ಹೊರಟ, ಪ್ರಧಾನಾಕ್ಷಕ್ಕೆ ಸಮಾಂತರವಾಗಿರುವ ಕಿರಣ. ಪೀನ ಮಸೂರದಲ್ಲಿ ಇದು ಪ್ರೇಕ್ಷಣೆಗೊಂಡ ನಂತರ ಮಸೂರದ ಮತ್ತೊಂದು ಪಾರ್ಶ್ವದಲ್ಲಿರುವ F ಮೂಲಕ ಹಾದುಹೋಗುತ್ತದೆ. ನಿಮ್ನ ಮಸೂರದಲ್ಲಾದರೆ ಪ್ರೇಕ್ಷಣಾ ಕಿರಣವು ಅದೇ ಪಾರ್ಶ್ವದಲ್ಲಿರುವ F ನಿಂದ ಬಂದ ಹಾಗೆ ತೋರುತ್ತದೆ.

(i) ಪೀನ ಮಸೂರ

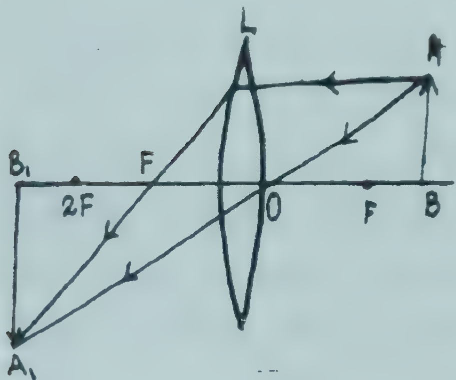
ಪ್ರಧಾನಾಕ್ಷದ ಮೇಲೆ ಅದಕ್ಕೆ ಸಮಾಂತರವಾಗಿ ಮಸೂರದ ಮೇಲೆ ಅಕ್ಷಕ್ಕೆ ಸಮೀಪದಲ್ಲಿ ಪತನವಾಗುವ ಕಿರಣಾವಳಿಯು ಮಸೂರದಲ್ಲಿ ವಕ್ರೀಭವನಗೊಂಡ ನಂತರ ಪ್ರಧಾನಾಕ್ಷದಲ್ಲಿನ ಒಂದು ಬಿಂದುವಿನಲ್ಲಿ ಕೇಂದ್ರಿಕರಿಸಿದರೆ ಮಸೂರವನ್ನು ಪೀನಮಸೂರ ಎನ್ನಲಾಗುತ್ತದೆ.



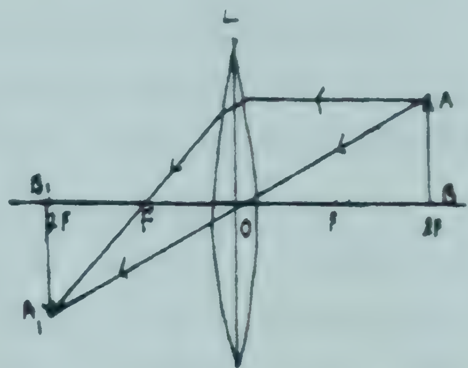
(a) ವಸ್ತು ಅನಂತದಲ್ಲಿದ್ದಾಗ



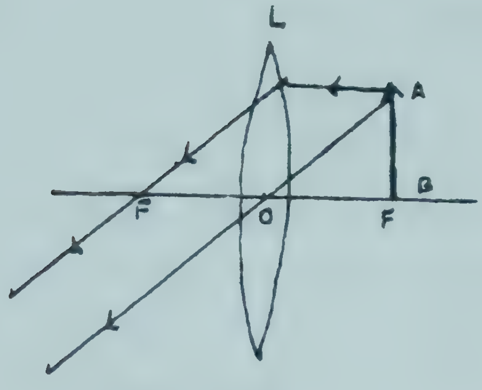
(b) ವಸ್ತು 2F ಆಚೆ



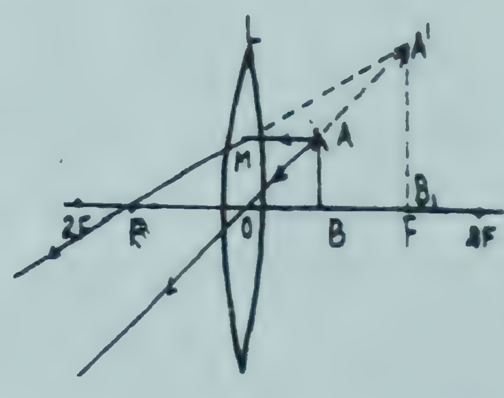
(c) ವಸ್ತು 2F ನಲ್ಲಿ



(d) ವಸ್ತು F ಮತ್ತು 2F ನಡುವೆ

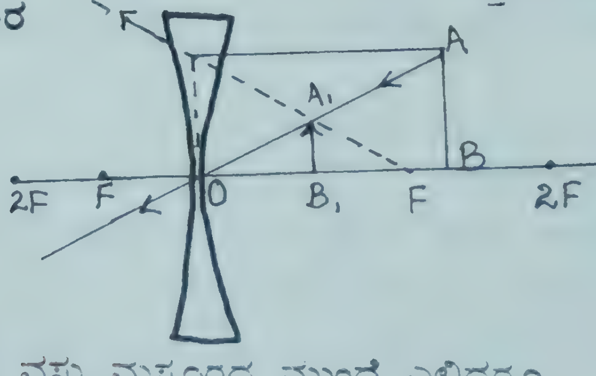


(e) ವಸ್ತು F ನಲ್ಲಿ



(f) ವಸ್ತು F ಮತ್ತು O ನಡುವೆ

(ii) ನಿಮ್ನಮಸೂರ



(g) ವಸ್ತು ಮಸೂರದ ಮುಂದೆ ಎಲ್ಲಿದ್ದರೂ

ಚಿತ್ರ 6.5.6. ಮಸೂರಗಳ ಮುಂದೆ ವಸ್ತುವು ಬೇರೆ ಬೇರೆ ಜಾಗಗಳಲ್ಲಿದ್ದಾಗ ಬಿಂಬದ ರಚನೆ.

A ಬಿಂದುವಿನಿಂದ ಹೊರಟ ಮತ್ತೊಂದು ಕಿರಣ ಮಸೂರದ ದ್ಯುತಿ ಕೇಂದ್ರದ ಮೂಲಕ ಪ್ರೇಕ್ಷಣೆಗೊಂಡು ದಿಕ್ಪಲ್ಲಟವಿಲ್ಲದೆ ನೇರವಾಗಿ ಸಾಗುತ್ತದೆ. ಈ ಎರಡೂ ಪ್ರೇಕ್ಷಣ ಕಿರಣಗಳನ್ನು ಅಗತ್ಯವಿದ್ದೆಡೆ ಹಿಂದಕ್ಕೆಳೆದಾಗ A_1 ಬಿಂದುವಿನಲ್ಲಿ ಸಂಧಿಸುತ್ತವೆ. ಆಗ A_1 ಬಿಂದುವು A ಬಿಂದುವಿನ ಬಿಂಬವಾಗುತ್ತದೆ. ಹಾಗೆಯೇ, ಪ್ರಧಾನಾಕ್ಷಕ್ಕೆ A_1B_1 ಲಂಬವನ್ನು ಎಳೆದರೆ ಅದು AB ವಸ್ತುವಿನ ಬಿಂಬವಾಗುತ್ತದೆ. ಪ್ರೇಕ್ಷಣಕಿರಣಗಳು ವಾಸ್ತವವಾಗಿ ಸಂಧಿಸಿದರೆ ಬಿಂಬವು ನೈಜ ಬಿಂಬವಾಗುತ್ತದೆ. ಹಿಂದಕ್ಕೆಳೆದಾಗ ಮಾತ್ರ ಸಂಧಿಸುವಂತಿದ್ದರೆ ಆಗ ಬರುವ ಬಿಂಬವು ಮಿಥ್ಯಾಬಿಂಬವಾಗಿರುತ್ತದೆ.

ಪ್ರಧಾನಾಕ್ಷದ ಮೇಲೆ ವಸ್ತುವನ್ನು ಬೇರೆ ಬೇರೆ ಸ್ಥಾನದಲ್ಲಿರಿಸಿದಾಗ ಮಸೂರವು ಮೂಡಿಸುವ ಬಿಂಬಗಳ ಸ್ಥಾನ, ಸ್ವಭಾವ ಮತ್ತು ಗಾತ್ರಗಳನ್ನು a ಯಿಂದ g ವರೆಗಿನ ಚಿತ್ರ 6.5.6 ರಲ್ಲಿ ತೋರಿಸಿದೆ. ವಿವರಗಳನ್ನು ಕೆಳಗಿನ ಕೋಷ್ಟಕದಲ್ಲಿ ಕೊಟ್ಟಿದೆ.

ಮಸೂರ	ವಸ್ತುವಿನ ಸ್ಥಾನ	ಬಿಂಬಗಳ ವಿವರ				
		ಸ್ಥಾನ	ಸ್ವಭಾವ	ಗಾತ್ರ	ನೇರ ಅಥವಾ ತಲೆಕೆಳಗಾಗಿ	ವಸ್ತುವಿನ ಪಾರ್ಶ್ವ ಅಥವಾ ವಿರುದ್ಧ ಪಾರ್ಶ್ವ
ಪೀನ	ಅನಂತ	F	ನೈಜ	ಬಿಂದು	ತಲೆಕೆಳಗಾಗಿ	ವಿರುದ್ಧ
ಪೀನ	2F ಆಚೆ	F ಮತ್ತು 2F ನಡುವೆ	ನೈಜ	ಕಿರಿದು	ತಲೆಕೆಳಗಾಗಿ	ವಿರುದ್ಧ
ಪೀನ	2F	2F	ನೈಜ	ಅದೇ ಗಾತ್ರ	ತಲೆಕೆಳಗಾಗಿ	ವಿರುದ್ಧ
ಪೀನ	2F ಮತ್ತು F ನಡುವೆ	2F ಆಚೆ	ನೈಜ	ಹಿರಿದು	ತಲೆಕೆಳಗಾಗಿ	ವಿರುದ್ಧ
ಪೀನ	F	ಅನಂತ	ಪ್ರೇಕ್ಷಣ	ಕಿರಣಗಳು	ಸಮಾಂತರವಾಗಿ	ಹೋಗುತ್ತವೆ
ಪೀನ	F ಮತ್ತು O ನಡುವೆ	ವಸ್ತುವಿನ ಪಾರ್ಶ್ವದಲ್ಲಿ	ಮಿಥ್ಯಾ	ಹಿರಿದು	ನೇರ	ವಸ್ತುವಿನ ಪಾರ್ಶ್ವ
ನಿಮ್ನ	ಯಾವುದೇ ಸ್ಥಾನ	ವಸ್ತುವಿನ ಪಾರ್ಶ್ವದಲ್ಲಿ	ಮಿಥ್ಯಾ	ಕಿರಿದು	ನೇರ	ವಸ್ತುವಿನ ಪಾರ್ಶ್ವ

ಚಿಹ್ನೆ ಸಂಪ್ರದಾಯ

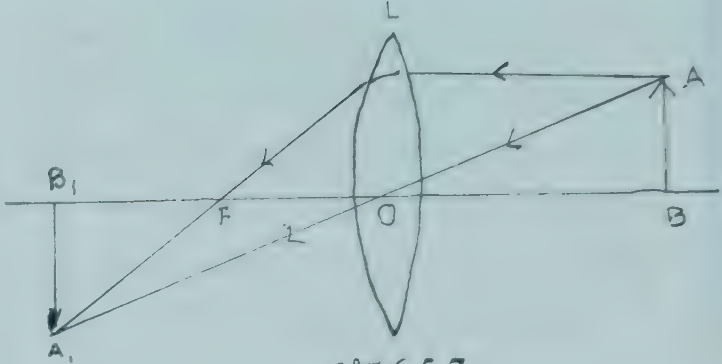
ಮಸೂರಗಳ ಅಧ್ಯಯನದಲ್ಲಿ ಚಿಹ್ನೆಗಳನ್ನು ಕುರಿತಾದ ಕೆಳಕಂಡ ನಿಯಮಗಳನ್ನು ಪಾಲಿಸಲಾಗುತ್ತದೆ.

1. ಪ್ರಧಾನಾಕ್ಷಕ್ಕೆ ಸಮಾಂತರವಾದ ದೂರಗಳನ್ನು ಅಳೆಯುವಾಗ ಅವುಗಳನ್ನು ದ್ಯುತಿಕೇಂದ್ರದಿಂದ ಅಳೆಯಬೇಕು

2. ನೈಜ ವಸ್ತು ಮತ್ತು ನೈಜ ಬಿಂಬ ದೂರಗಳು ಹಾಗೂ ಪೀನಮಸೂರದ ಸಂಗಮದೂರ ಧನಾತ್ಮಕ.

3. ಮಿಥ್ಯಾವಸ್ತು ಮತ್ತು ಮಿಥ್ಯಾಬಿಂಬ ದೂರಗಳು ಹಾಗೂ ನಿಮ್ನಮಸೂರದ ಸಂಗಮದೂರ ಋಣಾತ್ಮಕ.

ರೇಖೀಯವರ್ಧನ



ಚಿತ್ರ 6.5.7

ಬಿಂಬದೆತ್ತರ ಮತ್ತು ವಸ್ತುವಿನ ಎತ್ತರಗಳ ನಡುವಿನ ಪ್ರಮಾಣವೇ ರೇಖೀಯವರ್ಧನ.

ವರ್ಧನ= $\frac{\text{ಬಿಂಬದೆತ್ತರ}}{\text{ವಸ್ತುವಿನೆತ್ತರ}} = \frac{A_1B_1}{AB}$

ವರ್ಧನದಿಂದ ಬಿಂಬವು ವಸ್ತುವಿಗಿಂತ ಎಷ್ಟು ಪಟ್ಟು ದೊಡ್ಡದಾಗಿದೆ ಅಥವಾ ಚಿಕ್ಕದಾಗಿದೆ ಎಂಬುದು ತಿಳಿಯುತ್ತದೆ.

ಮೇಲಿನ ಎಲ್ಲ ಚಿತ್ರಗಳಲ್ಲಿ OA_1B_1 ಮತ್ತು OAB ತ್ರಿಕೋಣಗಳು ಸದೃಶವಾಗಿವೆ.

$$\therefore \text{ ವರ್ಧನ } = \frac{A_1B_1}{AB} = \frac{OB_1}{OB} = \frac{v}{u} = \frac{\text{ಬಿಂಬದೂರ}}{\text{ವಸ್ತುದೂರ}}$$

ಅಂದರೆ, ವರ್ಧನವು ಬಿಂಬದೂರ ಮತ್ತು ವಸ್ತುದೂರಗಳ ನಡುವಿನ ಪ್ರಮಾಣವೂ ಹೌದು.

ಸಂಸ್ಪರ್ಶದಲ್ಲಿರುವ ಎರಡು ತೆಳುಮಸೂರಗಳು

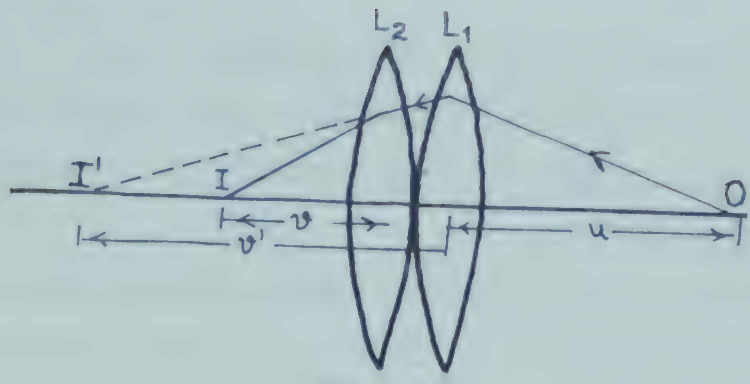
ಸಂಸ್ಪರ್ಶದಲ್ಲಿರುವ ಮಸೂರಗಳ ಒಟ್ಟು ಪರಿಣಾಮವನ್ನು ಉಂಟುಮಾಡುವ ಒಂದೇ ಮಸೂರವನ್ನು ಸಂಸ್ಪರ್ಶದಲ್ಲಿರುವ ಮಸೂರಗಳ ಸಮಾನ ಮಸೂರವೆಂದು ಕರೆದು ಇಂತಹ ಮಸೂರದ ಸಂಗಮದೂರವನ್ನು ಸಮಾನ ಸಂಗಮದೂರ ಎಂದು ಕರೆಯಲಾಗುತ್ತದೆ.

f_1 ಮತ್ತು f_2 ಕ್ರಮವಾಗಿ L_1 ಮತ್ತು L_2 ತೆಳುಮಸೂರಗಳ ಸಂಗಮದೂರಗಳು. ಇವುಗಳನ್ನು ಒಂದೇ ಅಕ್ಷದಲ್ಲಿ ಸಂಪರ್ಕ(contact)ದಲ್ಲಿರುವಂತೆ ಇರಿಸಲಾಗಿದೆ (ಚಿತ್ರ 6.5.8). ಈ ವ್ಯವಸ್ಥೆಯು O ವಸ್ತುವಿನ ನೈಜಬಿಂಬ I ಯನ್ನು ಉಂಟುಮಾಡುತ್ತದೆ. u ಮತ್ತು v ಕ್ರಮವಾಗಿ ವಸ್ತುದೂರ ಮತ್ತು ಬಿಂಬದೂರಗಳು. F ಈ ಸಂಯೋಜನೆಯ ಸಮಾನ ಸಂಗಮದೂರ. ಆಗ

$$\frac{1}{F} = \frac{1}{u} + \frac{1}{v} \qquad \text{------6.5.4}$$

ಮೊದಲಿಗೆ ಒಂದೇ ಮಸೂರ L_1 ಇದೆ ಎಂದುಕೊಂಡರೆ ಅದು ವಸ್ತುವಿನ ನೈಜ ಬಿಂಬವನ್ನು v^1 ದೂರದಲ್ಲಿರುವ I^1 ಬಿಂದುವಿನಲ್ಲಿ ಮೂಡಿಸುತ್ತದೆ.

$$\therefore \quad \frac{1}{u} + \frac{1}{v^1} = \frac{1}{f_1} \qquad \text{------6.5.5}$$



ಚಿತ್ರ 6.5.8

ಈಗ ಎರಡನೆ ಮಸೂರ L_2 ವನ್ನು L_1 ಜೊತೆ ಸಂಸ್ಪರ್ಶದಲ್ಲಿರುವಂತೆ ಇರಿಸಿದಾಗ I_1 ಮಿಥ್ಯಾವಸ್ತುವಾಗಿ ವರ್ತಿಸುತ್ತದೆ. ಇದರಿಂದ ಅಂತಿಮ ನೈಜಬಿಂಬ I ಮೂಡುತ್ತದೆ.

ಇಲ್ಲಿ $u = -v^1$; $v = +v$

$$\frac{1}{v} - \frac{1}{v^1} = \frac{1}{f_2} \qquad \text{----------} \ 6.5.6$$

6.5.5 ಮತ್ತು 6.5.6 ನ್ನು ಕೂಡಿದರೆ, $\frac{1}{u} + \frac{1}{v} = \frac{1}{f_1} + \frac{1}{f_2}$ ----------6.5.7

6.5.4 ಮತ್ತು 6.5.7 ನ್ನು ಹೋಲಿಸಿದರೆ $\frac{1}{F} = \frac{1}{f_1} + \frac{1}{f_2}$

ಅನೇಕ ತೆಳುಮಸೂರಗಳು ಒಂದೇ ಅಕ್ಷದಲ್ಲಿ ಸಂಸ್ಪರ್ಶದಲ್ಲಿರುವಂತೆ ಇರಿಸಿದಾಗ, ಸಮಾನ ಸಂಗಮದೂರವನ್ನು ಈ ಕೆಳಕಂಡ ಸಮೀಕರಣದಿಂದ ಕಂಡುಹಿಡಿಯಬಹುದು :

$\frac{1}{F} = \frac{1}{f_1} + \frac{1}{f_2} + \frac{1}{f_3} +$ -----------f_1 , f_2 , f_3 ಮುಂತಾದವು ಸಂಯೋಜನೆಯಲ್ಲಿರುವ ಮಸೂರಗಳ ಸಂಗಮದೂರಗಳು.

ಇಲ್ಲಿ ಚಿಹ್ನೆ ಸಂಪ್ರದಾಯದಂತೆ ಪೀನಮಸೂರದ ಸಂಗಮದೂರ ಧನಾತ್ಮಕ ಮತ್ತು ನಿಮ್ನಮಸೂರದ ಸಂಗಮದೂರ ಋಣಾತ್ಮಕ ಎಂಬುದನ್ನು ಗಣನೆಗೆ ತೆಗೆದುಕೊಳ್ಳಬೇಕು.

ಮಸೂರ ಸಾಮರ್ಥ್ಯ

ಮಸೂರ ಸಾಮರ್ಥ್ಯವು ಬೆಳಕಿನ ಕಿರಣಗಳನ್ನು ಅಭಿಸರಣಗೊಳಿಸುವ ಅಳತೆಯಾಗಿದೆ. ಇದು **ಮಸೂರದಲ್ಲಿರುವ ಎರಡು ವಕ್ರಮೇಲ್ಮೈಗಳ ಅಭಿಸರಣ ಸಾಮರ್ಥ್ಯಗಳ ಬೀಜಗಣಿತೀಯ ಮೊತ್ತಕ್ಕೆ ಸಮ.**

ಹೆಚ್ಚು ಸಂಗಮದೂರವುಳ್ಳ ಪೀನಮಸೂರವು ಕಡಿಮೆ ಅಭಿಸರಣವನ್ನು ಉಂಟುಮಾಡುತ್ತದೆ. ಆದ್ದರಿಂದ ಅದರ ಮಸೂರ ಸಾಮರ್ಥ್ಯ ಕಡಿಮೆ ಇರುತ್ತದೆ. ಪೀನ ಮಸೂರದ ಸಾಮರ್ಥ್ಯ ಧನಾತ್ಮಕ. ನಿಮ್ನಮಸೂರವು ಅಪಸರಣವನ್ನು ಉಂಟುಮಾಡುವುದರಿಂದ ಅದರ ಸಾಮರ್ಥ್ಯ ಋಣಾತ್ಮಕ.

ಮಸೂರದ ಸಾಮರ್ಥ್ಯವು ಮೀಟರುಗಳಲ್ಲಿ ಸೂಚಿಸಲಾದ ಸಂಗಮದೂರದ ವ್ಯುತ್ಕ್ರಮ (Reciprocal). ಅದನ್ನು ಡಯಾಪ್ಟರ್ (dioptre) ಮಾನದಿಂದ ಅಳೆಯುಲಾಗುತ್ತದೆ.

ಒಂದು ಮೀಟರ್ ಸಂಗಮದೂರವುಳ್ಳ ಪೀನಮಸೂರದ ಸಾಮರ್ಥ್ಯ ಒಂದು ಡಯಾಪ್ಟರ್.

f cm ಸಂಗಮದೂರವುಳ್ಳ ಮಸೂರದ ಸಾಮರ್ಥ್ಯವು $P = \frac{100}{f}$ ಡಯಾಪ್ಟರ್

ಅಥವಾ $P = \frac{100}{f}$ D

ಅನೇಕ ಮಸೂರಗಳ ಸಮಾನ ಸಂಗಮದೂರವು

$\frac{1}{F} = \frac{1}{f_1} + \frac{1}{f_2} + \frac{1}{f_3} +$ ಸಮೀಕರಣದಿಂದ ಬರುತ್ತದೆ.

P_1 , P_2 , P_3 ಗಳು ಬೇರೆ ಬೇರೆ ಮಸೂರಗಳ ಸಾಮರ್ಥ್ಯಗಳಾಗಿದ್ದಲ್ಲಿ, ಮಸೂರಗಳ ಸಂಯೋಜನೆಯ ಒಟ್ಟು ಸಾಮರ್ಥ್ಯ $P = P_1 + P_2 + P_3 + ----$

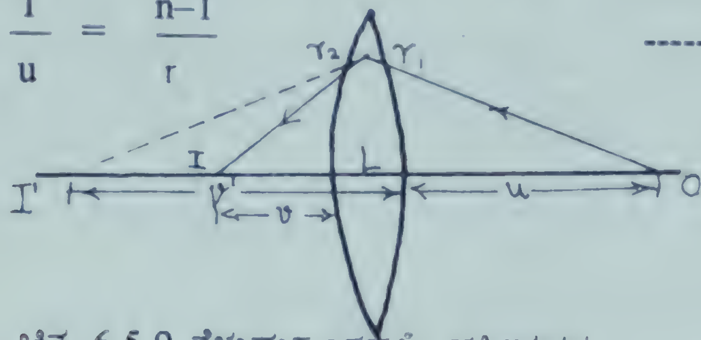
ಆದ್ದರಿಂದ, ಸಂಸ್ಪರ್ಶದಲ್ಲಿರುವ ಅನೇಕ ತೆಳುಮಸೂರಗಳ ಸಂಯೋಜನೆಯ ಸಾಮರ್ಥ್ಯವು ಎಲ್ಲ ಮಸೂರಗಳ ಸಾಮರ್ಥ್ಯದ ಬೀಜಗಣಿತೀಯ ಮೊತ್ತಕ್ಕೆ ಸಮ.

ಮಸೂರ ನಿರ್ಮಾಣ ಸೂತ್ರ

ತೆಳುಮಸೂರದ ಮೂಲಕ ನಡೆಯುವ ವಕ್ರೀಭವನ ಎರಡು ಹಂತಗಳಲ್ಲಿ ನಡೆಯುತ್ತದೆ ಎಂದು ಪರಿಗಣಿಸಬಹುದು. ಮೊದಲಿಗೆ r_1 ವಕ್ರತಾ ತ್ರಿಜ್ಯವುಳ್ಳ ಮಸೂರದ ಮೊದಲ ವಕ್ರಮೇಲ್ಮೈಯಲ್ಲಿ ನಡೆಯುವ ವಕ್ರೀಭವನ. ಇಲ್ಲಿ ಬೆಳಕಿನ ಕಿರಣವು ಗಾಳಿಯಿಂದ ಮಸೂರ (ಗಾಜು)ದಲ್ಲಿ ವಕ್ರೀಭವನಗೊಳ್ಳುತ್ತದೆ. ಅನಂತರ, r_2 ವಕ್ರತಾ ತ್ರಿಜ್ಯವುಳ್ಳ ಮಸೂರದ ಎರಡನೆ ವಕ್ರಮೇಲ್ಮೈನಲ್ಲಿ ನಡೆಯುವ ವಕ್ರೀಭವನ. ಇಲ್ಲಿ ವಕ್ರೀಭವನದಿಂದಾಗಿ ಕಿರಣವು n ವಕ್ರೀಭವನಾಂಕವುಳ್ಳ ಮಸೂರದಿಂದ ಗಾಳಿಯಲ್ಲಿ ಪ್ರೇಕ್ಷಣೆಗೊಳ್ಳುತ್ತದೆ.

ಮಸೂರದಿಂದ u ದೂರದಲ್ಲಿ O ವಸ್ತುವಿದೆ. ಮೊದಲ ವಕ್ರಮೇಲ್ಮೈನಲ್ಲಿ ಉಂಟಾದ ವಕ್ರೀಭವನದಿಂದ v^1 ದೂರದಲ್ಲಿ I^1 ನೈಜಬಿಂಬವು ಮೂಡುತ್ತದೆ. ಚಿಹ್ನೆ ಸಂಪ್ರದಾಯದ ಪ್ರಕಾರ u, v^1 ಮತ್ತು r_1 ಧನಾತ್ಮಕ.

$$\therefore \frac{n}{v^1} + \frac{1}{u} = \frac{n-1}{r} \qquad \text{----------6.5.8}$$



ಚಿತ್ರ 6.5.9 ತೆಳುಮಸೂರದಲ್ಲಿ ವಕ್ರೀಭವನ

ಈಗ I^1 ಬಿಂಬವು ವಕ್ರಮೇಲ್ಮೈಗೆ ಮಿಥ್ಯಾವಸ್ತುವಾಗಿ ವರ್ತಿಸುತ್ತದೆ. ಇದರಿಂದ ಅಂತಿಮ ನೈಜಬಿಂಬ I ಮಸೂರದಿಂದ v ದೂರದಲ್ಲಿ ಮೂಡುತ್ತದೆ. v^1 ಋಣಾತ್ಮಕ.

$$\therefore \frac{1}{v} - \frac{n}{v^1} = \frac{n-1}{r_2} \qquad \text{--------6.5.9}$$

6.5.8 ಮತ್ತು 6.5.9 ನ್ನು ಕೂಡಿದರೆ, $\frac{1}{v} + \frac{1}{u} = (n-1)\left\{\frac{1}{r_1} + \frac{1}{r_2}\right\}$

ಆದರೆ, $\frac{1}{v} + \frac{1}{u} = \frac{1}{f}$ (ಮಸೂರ ಸೂತ್ರ)

$$\therefore \frac{1}{f} = (n-1)\left\{\frac{1}{r_1} + \frac{1}{r_2}\right\}$$

ಇದನ್ನು ಮಸೂರ ನಿರ್ಮಾಣ ಸೂತ್ರ ಎಂದು ಕರೆಯಲಾಗುತ್ತದೆ.

ಉದಾಹರಣೆಗಳು

1. 2cm ತ್ರಿಜ್ಯದ ಒಂದು ಗಾಜಿನ ಗೋಳದಲ್ಲಿ ಅದರ ವ್ಯಾಸದ ಮೇಲೆ ಒಂದು ಗಾಳಿಗುಳ್ಳೆಯಿದೆ. ವ್ಯಾಸದ ದಿಕ್ಕಿನಲ್ಲಿ ನೋಡಿದಾಗ ಅದು ಗೋಳದ ಮೇಲ್ಮೈಯಿಂದ 1cm ಕೆಳಗಿರುವಂತೆ ತೋರುತ್ತದೆ. ಅದು ಇರುವ ನೈಜ ದೂರವೆಷ್ಟು? ($n_g = 1.5$)

ಗೋಳತಲದಲ್ಲಿ ವಕ್ರೀಭವನವಾದಾಗ;

$$n_1/u + n_2/v = \frac{1}{R}(n_2 - n_1) \qquad \text{-------(1)}$$

ಇಲ್ಲಿ ಗಾಳಿಗುಳ್ಳೆ ಗಾಜಿನಲ್ಲಿರುವುದರಿಂದ $n_1 = n_g = 1.5$

ಇದನ್ನು ಗಾಳಿ ಮಧ್ಯವರ್ತಿಯಿಂದ ನೋಡುತ್ತಿರುವುದರಿಂದ $n_2 = 1$

ಬಿಂಬದೂರ = 1cm (ಮಿಥ್ಯಾಬಿಂಬವಾದದ್ದರಿಂದ)

R = 2 cm (ಧನಾತ್ಮಕ; ನಿಮ್ನತಲ ಸಾಂದ್ರಮಧ್ಯವರ್ತಿಗೆ ಎದುರಾಗಿದೆ)

1 ನೇ ಸಮೀಕರಣದಿಂದ :

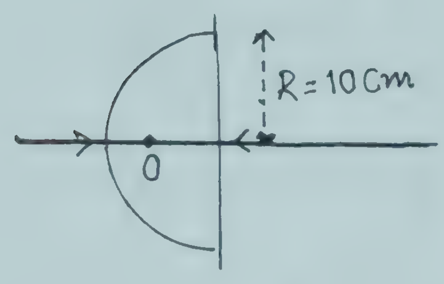
$$\frac{1.5}{u} + \frac{1}{-1} = \frac{1}{2}(1.5-1) = 5/2 = 0.25$$

$\therefore 1.5 / u = 1 + 0.25 = 1.25$

ಅಥವಾ $u = 1.5 / 1.25 = 1.2$ cm

ನೈಜದೂರ = 1.2 cm

2. 20cm ವ್ಯಾಸದ ಅರ್ಧಗೋಳದಲ್ಲಿ ಒಂದು ಗಾಳಿ ಗುಳ್ಳೆಯಿದೆ. ಚಪ್ಪಟೆತಲದಿಂದ ಅದು 10/3 cm ದೂರವಿರುವಂತೆಯೂ, ವಕ್ರತಲದಿಂದ 4cm ದೂರವಿರುವಂತೆಯೂ ತೋರುತ್ತದೆ. ಮೇಲಿನ ಎರಡನ್ನೂ ಲಂಬದಿಕ್ಕಿನಲ್ಲಿ ನೋಡಿದ್ದೆಂದು ಊಹಿಸಿಕೊಂಡು ಗಾಳಿಗುಳ್ಳೆಯ ನೈಜದೂರವನ್ನು ಕಂಡುಹಿಡಿಯಿರಿ. ($n_g = 1.5$)



ಚಪ್ಪಟೆತಲಕ್ಕೆ ಲಂಬದಿಕ್ಕಿನಲ್ಲಿ ನೋಡಿದಾಗ :

n = ನೈಜದೂರ / ತೋರಿಕೆಯದೂರ

$= t / 10/3 = 3t/10$ -----(1)

ವಕ್ರತಲದಿಂದ ನೋಡಿದಾಗ : $R - t = u$

$v = -4$ cm , $R = 10$ cm

$$\frac{n_1}{u} + \frac{n_2}{v} = \frac{1}{R}(n_1 - n_2)$$

$$\frac{1.5}{R-t} + \frac{1}{-4} = \frac{1}{10}(1.5-1)$$

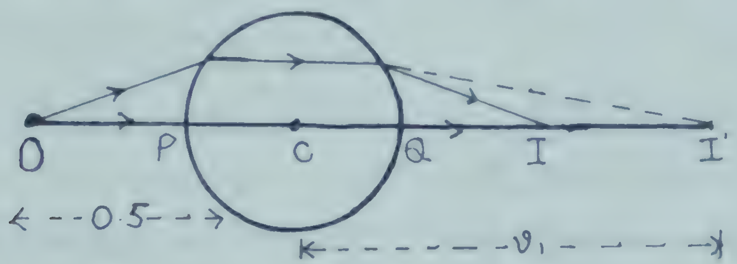
$\therefore t = 5$cm

ನೈಜದೂರ= 5cm

3. 0.1m ತ್ರಿಜ್ಯದ, 1.5 ವಕ್ರೀಭವನಾಂಕದ ಒಂದು ಗಾಜಿನ ಗೋಳದ ಹೊರಮೈಯಿಂದ 0.5m ದೂರದಲ್ಲಿ ಒಂದು ಬಿಂದುರೂಪದ ವಸ್ತುವನ್ನಿಟ್ಟಿದೆ. ಅದನ್ನು

ಗೋಳದ ಇನ್ನೊಂದು ಬದಿಯಿಂದ ಅದರ ವ್ಯಾಸದ ದಿಕ್ಕಿನಲ್ಲಿ ವೀಕ್ಷಿಸಿದಾಗ ಪ್ರತಿಬಿಂಬವು ಎಲ್ಲಿ ಮೂಡಿರುತ್ತದೆ? $(n_g = 1.5)$

ಮೊದಲ ವಕ್ರತಲದಲ್ಲಿ : $r = 0.1m$, $n_2 = 1.5$, $n_1 = 1$



$$\frac{n_1}{u} + \frac{n_2}{v_1} = (n_2 - 1)\ [1/R]$$

$$\frac{1}{0.5} + \frac{1.5}{v} = (1.5 - 1)\frac{1}{0.1} = \frac{0.5}{0.1}$$

ಅಥವಾ $2 + 1.5 / v = 5$ $\therefore v = 0.5m.$

ಎರಡನೆಯ ವಕ್ರತಲಕ್ಕೆ I_1 ತೋರಿಕೆಯ ವಸ್ತುವಾಗಿದ್ದು ನೈಜಬಿಂಬವು I ನಲ್ಲಿ ಮೂಡುತ್ತದೆ.

$$\frac{1.5}{-0.5} + \frac{1}{v} = (1.5 - 1)\frac{1}{0.1}$$

$\therefore$ — $= 5 + 3 = 8$ ಅಥವಾ $v =$ — $= 0.125$

ನೈಜ ಪ್ರತಿಬಿಂಬವು ಇನ್ನೊಂದು ವಕ್ರತಲದಿಂದ 0.125m ದೂರದಲ್ಲಿ ಮೂಡುತ್ತದೆ.

4. ಸಮ ಪೀನಮಸೂರದ ಸಂಗಮ ದೂರವು ಅದರ ವಕ್ರತಾ ತ್ರಿಜ್ಯಕ್ಕೆ ಸಮನಾಗಿದ್ದರೆ ಅದರ ವಕ್ರೀಭವನಾಂಕವೆಷ್ಟು?

ಮಸೂರ ನಿರ್ಮಾಣ ಸೂತ್ರದ ಪ್ರಕಾರ :

$$\frac{1}{f} = (n - 1)\left\{\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2}\right\}$$

ಇದರಲ್ಲಿ $R_1 = R_2 = f$ $\therefore (n - 1) = ½$ ಅಥವಾ $n = 1 + ½ = 1.5$

ವಕ್ರೀಭವನಾಂಕ $= 1.5$

5. ಒಂದು ನಿಮ್ನ ಮಸೂರದ ವಕ್ರತಾ ತ್ರಿಜ್ಯಗಳು ಅನುಕ್ರಮವಾಗಿ 0.2m ಮತ್ತು 0.25m ಗಳಾಗಿವೆ. ವಕ್ರೀಭವನಾಂಕವು 1.5 ಆಗಿದ್ದಾಗ ಅದರ ಸಂಗಮದೂರವೆಷ್ಟು?

$$n = 1.5,\ R_1 = 0.2m,\ R_2 = 0.25m$$

$$\frac{1}{f} = (n - 1)\left\{\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2}\right\}$$

$$\therefore \frac{1}{f} = (1.5 - 1)\left\{\frac{1}{0.2} + \frac{1}{0.25}\right\} \text{ ಅಥವಾ } f = 0.22m$$

[R_1 ಮತ್ತು R_2 ಋಣಾತ್ಮಕ; ಸಂಗಮದೂರವೂ ಋಣಾತ್ಮಕ]

6. ಪೀನಮಸೂರದ ಎರಡು ವಕ್ರತಲದ ಸಾಮರ್ಥ್ಯಗಳು 0.1 D ಮತ್ತು 0.05D. ವಕ್ರೀಭವನಾಂಕವು 1.5 ಆಗಿದ್ದಲ್ಲಿ ಅದರ ವಕ್ರತಾ ತ್ರಿಜ್ಯಗಳನ್ನೂ, ಸಂಗಮದೂರವನ್ನೂ ಕಂಡುಹಿಡಿಯಿರಿ.

$D_1 = (n-1)/R_1 \qquad D_2 = (n-1)/R_2$

$0.1 = (1.5-1)/R_1 \qquad 0.05 = (1.5-1)/R_2$

$\therefore R_1 = 5m$ ಮತ್ತು $R_2 = 10m$

ಮಸೂರದ ಸಾಮರ್ಥ್ಯ $D = D_1 + D_2 = 0.1 + 0.05 = 0.15\ D$

$$f = 1/D = \frac{1}{0.15} = 6.67m.$$

7. 0.20m ಸಂಗಮದೂರದ ಒಂದು ಪೀನಮಸೂರವನ್ನು ನೀರಿನಲ್ಲಿ ಮುಳುಗಿಸಿದೆ. ಮಸೂರದ ವಸ್ತುವಿನ ವಕ್ರೀಭವನಾಂಕವು 3/2 ಮತ್ತು ನೀರಿನದ್ದು 4/3 ಆಗಿದ್ದಲ್ಲಿ ಅದರ ಬದಲಾದ ಸಂಗಮದೂರವೆಷ್ಟು?

$$1/f \text{ ಗಾಳಿ} = \left(\frac{n_2}{n_1} - 1\right) \left\{\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2}\right\}$$

$$\frac{1}{0.20} = \left(3/2 - 1\right) \left\{\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2}\right\}$$

$$\therefore (1/R_1 + 1/R_2) = \frac{1}{0.20} \times \frac{1}{0.5} = \frac{1}{0.1} = 10$$

$$1/f \text{ ನೀರಿನಲ್ಲಿ} = \left(\frac{3/2}{4/3} - 1\right) \left\{\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2}\right\}$$

$$= (9/8 - 1) \times 10 = 10/8$$

$$\therefore f \text{ ನೀರಿನಲ್ಲಿ} = 8/10 = 0.8m$$

8. ಒಂದು ಪರದೆಯಿಂದ 150cm ದೂರದಲ್ಲಿ ಒಂದು ವಸ್ತುವಿದೆ. ಅವುಗಳ ಮಧ್ಯೆ ಒಂದು ಪೀನ ಮಸೂರವನ್ನಿಟ್ಟಾಗ ವಸ್ತುವಿನ ಗಾತ್ರ 4 ಪಟ್ಟು ಜಾಸ್ತಿಯಾಗಿದೆ. ಮಸೂರದ ಸಂಗಮದೂರವೆಷ್ಟು?

$D = u + v = 150cm$; $m = v/u = 4$ ಅಥವಾ $v = 4u$

$\therefore 150 = u + 4u$; ಅಥವಾ $u = 30cm, v = 120cm$

$1/f = 1/u + 1/v$ ಅಥವಾ $f = \frac{uv}{u+v} = \frac{3 \times 120}{150} = 24$

ಸಂಗಮದೂರ = 24cm

9. ಒಂದು ಸಮತಲ ನಿಮ್ನಾಕೃತಿಯ ಗಾಜಿನ ಮಸೂರದ ತ್ರಿಜ್ಯವು 0.2m ಮತ್ತು ಅದರ ವಸ್ತುವಿನ ವಕ್ರೀಭವನಾಂಕವು 1.5. ಅದರ ನಿಮ್ನ ತಲವನ್ನು ಒಂದು ದ್ರವದಿಂದ ತುಂಬಿದೆ. ದ್ರವ ಮತ್ತು ಗಾಜಿನ ಮಸೂರಗಳಿಂದ ಜೋಡಿಸಲ್ಪಟ್ಟ ಒಟ್ಟು ಮಸೂರದ ಸಂಗಮದೂರವು 0.24m ಆಗಿದ್ದಲ್ಲಿ ದ್ರವದ ವಕ್ರೀಭವನಾಂಕವೆಷ್ಟು?



ಸಮತಲ – ನಿಮ್ನ ಗಾಜಿನ ಮಸೂರಕ್ಕೆ :

$R_1 = -0.2m \quad R_2 = \infty \quad n_1 = 1.5$

$$\therefore \frac{1}{f_1} = (n_1 - 1) \left[\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2}\right]$$

$$= (1.5 - 1) \left[\frac{1}{-0.2} - \frac{1}{\infty}\right] = -\frac{0.5}{0.2} = -2.5$$

ಅಥವಾ $f_1 = -0.4$ m

ಜೋಡಣೆಯಾದಾಗಿನ $f = +0.24$ m

$$\because \frac{1}{f} = \frac{1}{f_1} + \frac{1}{f_2} \quad ; \quad \frac{1}{0.24} = \frac{1}{f_2} - \frac{1}{0.4}$$

$$\text{ಅಥವಾ} = \frac{1}{f_2} = \frac{1}{0.24} + \frac{1}{0.4} = 2.92$$

ದ್ರವ ಮಸೂರದ ಸಂಗಮದೂರ $f_2 = \frac{1}{2.92} = 0.343m$

$$\because \frac{1}{f_2} = (n_2 - 1) \left[\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2}\right]$$

$2.92 = (n_2 - 1) / 0.2$

ಅಥವಾ $(n_2 - 1) = 2.92 \times 0.2 = 0.584$

$\therefore \quad n_2 = 1.584$

ದ್ರವದ ವಕ್ರೀಭವನಾಂಕ = 1.584

10. 20cm ಸಂಗಮದೂರವುಳ್ಳ ಪೀನಮಸೂರ ಮತ್ತು 30cm ಸಂಗಮದೂರವುಳ್ಳ ನಿಮ್ನಮಸೂರಗಳನ್ನು ಸಂಸ್ಪರ್ಶದಲ್ಲಿಟ್ಟಾಗ ದೊರೆಯುವ ಸಂಯೋಜನೆಯ ಸಾಮರ್ಥ್ಯ ಮತ್ತು ಸಂಗಮದೂರವೆಷ್ಟು?

ಪೀನಮಸೂರದ ಸಾಮರ್ಥ್ಯ = 100 / f = 100/ 20 = 5D

ನಿಮ್ನಮಸೂರದ ಸಾಮರ್ಥ್ಯ = – 100 / f = –100/ 30 = – 3.33D

ಸಂಯೋಜನೆಯ ಸಾಮರ್ಥ್ಯ = 5 – 3.33 = 1.67D

ಸಂಗಮದೂರ = 100 / P = 100/ 1.67 = 60cm

ಅಭ್ಯಾಸ

ಒಂದು ಅಂಕದ ಪ್ರಶ್ನೆಗಳು

1. ವಕ್ರತಾಕೇಂದ್ರ ಮತ್ತು ಧ್ರುವ ವೆಂದರೇನು?

2. ಗೋಳತಲದಲ್ಲಿ ವಕ್ರೀಭವನವಾಗುವಾಗ ದೃಗ್ವ್ಯಾಸದ ಮಹತ್ವವೇನು?

3. ವಕ್ರತಲದ ಸಾಮರ್ಥ್ಯ ಸೂಚಕ ಸೂತ್ರ ಬರೆಯಿರಿ.

4. ಅಭಿಸರಣ ಮಸೂರಗಳನ್ನು ಹೆಸರಿಸಿ.

5. ಅಪಸರಣ ಮಸೂರಗಳನ್ನು ಹೆಸರಿಸಿ.

6. ತೆಳುಮಸೂರದಲ್ಲಿ ದ್ಯುತಿಕೇಂದ್ರವೆಲ್ಲಿರುತ್ತದೆ?

7. ಪೀನಮಸೂರದ ಮೇಲೆ ಸಮಾಂತರ ಕಿರಣಗಳು ಬಿದ್ದಾಗ ಆಗುವ ವಕ್ರೀಭವನದ ಚಿತ್ರ ಬರೆದು ಸಂಗಮದೂರವನ್ನು ಗುರುತುಮಾಡಿ.

8. ಪೀನಮಸೂರದಲ್ಲಿ ವಸ್ತುವು ದ್ಯುತಿಕೇಂದ್ರ ಮತ್ತು ಸಂಗಮಬಿಂದುಗಳ ನಡುವೆ ಇದ್ದಾಗ ಬಿಂಬವನ್ನು ಪಡೆಯುವ ಚಿತ್ರ ಬರೆಯಿರಿ.

9. ನಿಮ್ನಮಸೂರದಲ್ಲಿ ಬಿಂಬ ರಚನೆಯನ್ನು ತಿಳಿಸುವ ಚಿತ್ರ ಬರೆಯಿರಿ.

10. ರೇಖೀಯವರ್ಧನಕ್ಕೆ ಸೂತ್ರ ಬರೆಯಿರಿ.

11. ವಕ್ರೀಭವನಾಂಕಕ್ಕೂ ಸಂಗಮದೂರಕ್ಕೂ ಇರುವ ಸಂಬಂಧವೇನು?

12. ನಿಮ್ನಮಸೂರವನ್ನು ಬಳಸಿದಾಗ ಉಪಯೋಗಿಸುವ ಮಸೂರ ನಿರ್ಮಾಣ ಸೂತ್ರ ಬರೆಯಿರಿ.

ಎರಡು ಅಂಕಗಳ ಪ್ರಶ್ನೆಗಳು

1. ಗೋಳತಲದಲ್ಲಿ ವಕ್ರೀಭವನವಾಗುವಾಗ ಬಳಸುವ ಚಿಹ್ನೆಗಳ ಸಂಪ್ರದಾಯ ವಿವರಿಸಿ.

2. ಮಸೂರಗಳ ಅಧ್ಯಯನದಲ್ಲಿ ಚಿಹ್ನೆಗಳನ್ನು ಕುರಿತಾದ ನಿಯಮಗಳನ್ನು ವಿವರಿಸಿ.

3. ರೇಖೀಯವರ್ಧನವೆಂದರೇನು? ವರ್ಧನಕ್ಕೆ ಸೂತ್ರವನ್ನು ಚಿತ್ರಸಹಿತ ವಿವರಿಸಿ.

4. ಮಸೂರ ಸಾಮರ್ಥ್ಯವೆಂದರೇನು? ಅದನ್ನು ಅಳೆಯುವ ಮಾನಕ್ಕೆ ಟಿಪ್ಪಣಿ ಬರೆಯಿರಿ.

ನಾಲ್ಕು ಅಂಕಗಳ ಪ್ರಶ್ನೆಗಳು

1. ಗೋಳತಲದಲ್ಲಿ ವಕ್ರೀಭವನಕ್ಕೆ ಸಂಬಂಧಸೂಚಕ ಸೂತ್ರವನ್ನು ನಿಷ್ಪತ್ತಿಸಿ.

2. ಸಂಸ್ಪರ್ಶದಲ್ಲಿರುವ ಎರಡು ತೆಳುಮಸೂರಗಳ ಸಂಯೋಜನೆಯ ಸರಿಸಮಾನ ಸಂಗಮದೂರವನ್ನು ತಿಳಿಸುವ ಸೂತ್ರವನ್ನು ನಿಷ್ಪತ್ತಿಸಿ.

3. ಮಸೂರ ನಿರ್ಮಾಣ ಸೂತ್ರವನ್ನು ನಿಷ್ಪತ್ತಿಸಿ.

ಐದು ಅಂಕಗಳ ಲೆಕ್ಕಗಳು

1. ವಕ್ರೀಭವನಾಂಕ 1.5 ಇರುವ ಗಾಜಿನ ಗೋಲವೊಂದರ ತ್ರಿಜ್ಯ 10cm ಗೋಳದ ಮೇಲೊಂದು ಗುರುತಿದೆ. ಅದನ್ನು ಎದುರುಮುಖದಿಂದ ವ್ಯಾಸದ ಮೂಲಕ ನೋಡಿದರೆ ಕಾಣುವ ಗುರುತಿನ ಸ್ಥಾನವೇನು? (40cm)

2. 2cm ತ್ರಿಜ್ಯದ ಗಾಜಿನ ಗೋಳದ ಒಳಗೆ ಒಂದು ಗಾಳಿಗುಳ್ಳೆಯಿದೆ. ಗಾಳಿಗುಳ್ಳೆಯಿರುವ ವ್ಯಾಸಮಾರ್ಗದ ಮೂಲಕ ನೋಡಿದಾಗ ಅದು ಮೇಲ್ಮೈನಿಂದ 1.2cm ಒಳಗಿರುವಂತೆ ತೋರುತ್ತದೆ. ಹಾಗಾದರೆ ನೋಟದ ಹಾದಿಯಲ್ಲಿ ಗಾಳಿಗುಳ್ಳೆಯಿರುವ ನೈಜ ಆಳವೆಷ್ಟು? $(n=1.5)$ (1.39cm)

3. 8cm ಎತ್ತರದ ವಸ್ತುವೊಂದು ಮಸೂರದಿಂದ 0.75m ದೂರದಲ್ಲಿರುವಾಗ 2cm ಎತ್ತರದ ನೈಜಬಿಂಬವನ್ನುಂಟುಮಾಡುತ್ತದೆ. ಮಸೂರದ ಸಂಗಮದೂರವೆಷ್ಟು? (0.15m)

4. 6cm ಎತ್ತರದ ವಸ್ತುವನ್ನು 10cm ಸಂಗಮದೂರವುಳ್ಳ ನಿಮ್ನಮಸೂರದಿಂದ 30cm ದೂರದಲ್ಲಿರಿಸಿದಾಗ ಉಂಟಾಗುವ ಬಿಂಬದ ಸ್ವಭಾವ, ಸ್ಥಾನ ಮತ್ತು ಗಾತ್ರವನ್ನು ಕಂಡುಹಿಡಿಯಿರಿ. (ಮಿಥ್ಯಾ, 7.5cm, 1.5cm)

5. ಸಮತಲ ನಿಮ್ನಮಸೂರದ ಸಂಗಮದೂರ 40cm. ನಿಮ್ನತಲದ ವಕ್ರತಾತ್ರಿಜ್ಯ 20cm. ಮಸೂರದ ವಸ್ತುವಿನ ವಕ್ರೀಭವನಾಂಕವೆಷ್ಟು? (1.5)

6. ನಿಮ್ನಮಸೂರದ ಎರಡು ಮೇಲ್ಮೈಗಳ ವಕ್ರತಾ ತ್ರಿಜ್ಯ ಕ್ರಮವಾಗಿ 0.10m ಮತ್ತು 0.05m. ಮಸೂರದ ಸಂಗಮದೂರ 0.07m, ಮಸೂರ ವಸ್ತುವಿನ ವಕ್ರೀಭವನಾಂಕವೆಷ್ಟು? (1.476)

7. ಪೀನಮಸೂರದ ಎರಡು ಮೇಲ್ಮೈಗಳ ಸಾಮರ್ಥ್ಯ ಅನುಕ್ರಮವಾಗಿ 0.1D ಮತ್ತು 0.05D. ಮಸೂರ ವಸ್ತುವಿನ ವಕ್ರೀಭವನಾಂಕ 1.5. ವಕ್ರತಾ ತ್ರಿಜ್ಯ ಮತ್ತು ಸಂಗಮದೂರಗಳನ್ನು ಲೆಕ್ಕಿಸಿ. (5m, 10m, 6.67m)

8. ಪೀನಮಸೂರದ ವಸ್ತುವಿನ ನಿರಪೇಕ್ಷ ವಕ್ರೀಭವನಾಂಕವು 1.5 ಮತ್ತು ಸಂಗಮದೂರ 0.15m. ಇದೇ ಮಸೂರವನ್ನು a) ನೀರಿನಲ್ಲಿ ಮುಳುಗಿಸಿದಾಗ; ನೀರಿನ ವಕ್ರೀಭವನಾಂಕ 1.33 b) 1.54 ವಕ್ರೀಭವನಾಂಕದ ಕಾರ್ಬನ್ ಡೈ ಸಲ್ಫೈಡ್‌ನಲ್ಲಿ ಮುಳುಗಿಸಿದಾಗಿನ ಸಂಗಮದೂರಗಳನ್ನು ಕಂಡುಹಿಡಿಯಿರಿ. ಪ್ರತಿ ಸಂದರ್ಭದಲ್ಲೂ ಅದು ನಿಮ್ನಮಸೂರದಂತೆ ನಡೆದುಕೊಳ್ಳುತ್ತದೆಯೋ ಅಥವಾ ಪೀನಮಸೂರದಂತೆ ವರ್ತಿಸುತ್ತದೆಯೋ ಕಂಡುಹಿಡಿಯಿರಿ. [f ನೀರು = 0.587, $f\ cs_2 = -2.886$m]

9. ನಿಮ್ನಮಸೂರವೊಂದು ವಸ್ತುವಿಗಿಂತ 1/3 ಪಟ್ಟು ಚಿಕ್ಕದಾದ ಬಿಂಬವನ್ನು ಮೂಡಿಸುತ್ತದೆ. ವಸ್ತುವನ್ನು ಮಸೂರದಿಂದ 9cm ದೂರದಲ್ಲಿಟ್ಟಿದ್ದರೆ, ಮಸೂರದ ಸಂಗಮದೂರವೆಷ್ಟು? (– 4.5cm)

10. ಒಂದು ವಸ್ತುವಿನ ವರ್ಧಿತ ಬಿಂಬವನ್ನು 10m ದೂರದಲ್ಲಿರುವ ತೆರೆಯಮೇಲೆ ಮೂಡಿಸಲು ಒಂದು ಮಸೂರವನ್ನು ಉಪಯೋಗಿಸಬೇಕು. ವರ್ಧನೆ 19 ಪಟ್ಟಾಗಬೇಕಾದರೆ, ಮಸೂರದ ಸಂಗಮದೂರ ಎಷ್ಟಿರಬೇಕು? (0.5m)

11. 15cm ಸಂಗಮದೂರದ ಪೀನಮಸೂರವನ್ನು 60 cm ಸಂಗಮದೂರದ ನಿಮ್ನಮಸೂರದೊಡನೆ ಸ್ಪರ್ಶಿಸುವಂತೆ ಒಟ್ಟಿಗೇ ಇಟ್ಟಾಗ ಬರುವ ಜೋಡಣೆಯ ಸ್ವರೂಪ, ಸಂಗಮದೂರ ಮತ್ತು ಮಸೂರ ಸಾಮರ್ಥ್ಯಗಳನ್ನು ಕಂಡುಹಿಡಿಯಿರಿ.

(+20cm (ಪೀನ) + 5D)

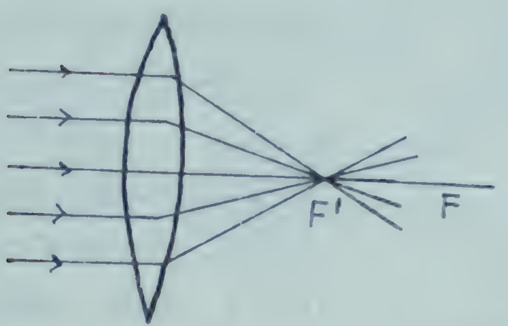
12. ಒಂದು ಪೀನಮಸೂರವು ಸತ್ಯಪ್ರತಿಬಿಂಬವನ್ನು 0.6m ದೂರದಲ್ಲಿರುವ ಪರದೆಯ ಮೇಲೆ ಮೂಡಿಸುತ್ತದೆ. 0.5m ಸಂಗಮದೂರವುಳ್ಳ ಒಂದು ನಿಮ್ನ ಮಸೂರವನ್ನು ಪೀನ ಮಸೂರದಿಂದ 0.2m ದೂರದಲ್ಲಿ ಪರದೆ ಮತ್ತು ಪೀನಮಸೂರದ ನಡುವೆ ಇಟ್ಟಾಗ, ಸ್ಪಷ್ಟ ಪ್ರತಿಬಿಂಬ ಪಡೆಯಲು ಪರದೆಯನ್ನು ಎಷ್ಟು ದೂರಕ್ಕೆ ಸರಿಸಬೇಕು? (0.8m)

6.6 ಗೋಳಾಪಸರಣ ಮತ್ತು ವರ್ಣಾಪಸರಣ

ಮಸೂರಗಳಿಂದ ಉತ್ಪತ್ತಿಯಾಗುವ ಪ್ರತಿಬಿಂಬದಲ್ಲಿ ಮುಖ್ಯವಾಗಿ ಎರಡು ಬಗೆಯ ದೋಷಗಳಿರುತ್ತವೆ. ಇವಕ್ಕೆ ಆಕೃತಿದೋಷ ಮತ್ತು ವರ್ಣದೋಷಗಳೆಂದು ಹೆಸರು. ದೂರದರ್ಶಕ, ಸೂಕ್ಷ್ಮದರ್ಶಕಗಳೇ ಮುಂತಾದ ದೃಗುಪಕರಣಗಳಲ್ಲಿ ಈ ದೋಷಗಳನ್ನು ಹೊಂದಿರುವ ಮಸೂರಗಳಿರಬಾರದು.

ಆಕೃತಿದೋಷ

ಮಸೂರದ ಸೂತ್ರವನ್ನು ಪಡೆಯುವಾಗ, ಮಸೂರ ನಿರ್ಮಾಣ ಸೂತ್ರವನ್ನು ನಿಷ್ಪತ್ತಿಸುವಾಗ ಬೆಳಕಿನ ಕಿರಣಗಳು ಅಕ್ಷಕ್ಕೆ ಸಮೀಪವಾಗಿರುವುವೆಂದು ಪರಿಗಣಿಸಲಾಗಿತ್ತು.



ಚಿತ್ರ 6.6.1

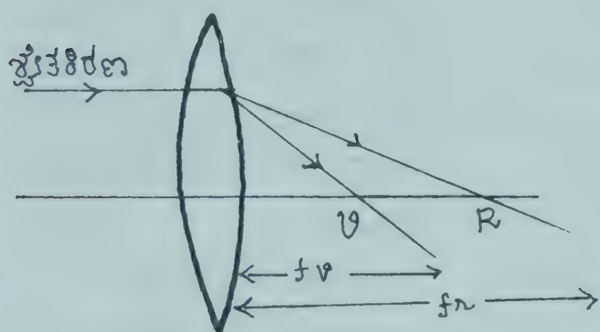
ಚಿತ್ರ6.6.1 ರಲ್ಲಿ ಇಂತಹ ಕಿರಣಗಳು F ಎಂಬಲ್ಲಿ ಸಂಗಮಗೊಳ್ಳುತ್ತವೆ. ಆದರೆ ಅಕ್ಷದಿಂದ ದೂರದಲ್ಲಿರುವ ಕಿರಣಗಳು ವಕ್ರೀಭವನಗೊಂಡ ನಂತರ ಮಸೂರದ ದ್ಯುತಿಕೇಂದ್ರಕ್ಕೆ ಸಮೀಪದಲ್ಲಿ F^1 ಎಂಬಲ್ಲಿ ಸಂಗಮಗೊಳ್ಳುತ್ತವೆ. ಆದುದರಿಂದ ಇಂತಹ ಮಸೂರಗಳಲ್ಲಿ ಉತ್ಪತ್ತಿಯಾಗುವ ಪ್ರತಿಬಿಂಬವು ಸ್ಪಷ್ಟವಾಗಿರುವುದಿಲ್ಲ. ಗೋಳತಲದ ವಕ್ರತೆಯಿಂದಾಗಿ ಉಂಟಾಗುವ ಈ ದೋಷಕ್ಕೆ ಗೋಳಾಪಸರಣವೆಂದು ಹೆಸರು. FF^1 ಎಂಬ ದೂರಕ್ಕೆ ಉದ್ದಾಂಶದ ಗೋಳಾಪಸರಣವೆನ್ನಲಾಗುತ್ತದೆ. F ಮತ್ತು F^1 ಗಳ ನಡುವಿನ ಒಂದು ಸ್ಥಾನದಲ್ಲಿ ಬಿಂಬವನ್ನು ಪಡೆಯಲು ಪರದೆಯನ್ನಿಟ್ಟರೆ ಅದರ ಮೇಲೆ ಸ್ಪಷ್ಟ ಬಿಂದು ಪ್ರತಿಬಿಂಬ ಮೂಡದೆ ಅದು ಹರಡಿಕೊಳ್ಳುತ್ತದೆ. ವೃತ್ತಾಕಾರದಲ್ಲಿ ಹರಡಿರುವ ಇಂತಹ ಬಿಂಬವು ಒಂದು ಸ್ಥಾನದಲ್ಲಿ ಕನಿಷ್ಠ ಗಾತ್ರದ ವೃತ್ತಾಕಾರ ಬಿಂಬವಾಗಿರುತ್ತದೆ. ಇದಕ್ಕೆ ಕನಿಷ್ಠ ಗೊಂದಲವೃತ್ತ (circle of least confusion) ಎಂದು ಹೆಸರು. **ಒಂದು ಬಿಂದು ರೀತೀಯ ವಸ್ತುವಿನ ಪ್ರತಿಬಿಂಬವನ್ನು ಸ್ಪಷ್ಟವಾದ ಬಿಂದುವಾಗಿ ಕೊಡಲು ಅಸಮರ್ಥವಾದ ಮಸೂರದೋಷಕ್ಕೆ ಗೋಳಾಪಸರಣವೆಂದು ಕರೆಯಲಾಗುತ್ತದೆ.**

ಈ ದೋಷವನ್ನು ನಿವಾರಿಸಲು ಮಸೂರದ ದ್ಯುಗ್ವ್ಯಾಸವನ್ನು (aperture) ಕಿರಿದುಗೊಳಿಸಬೇಕು ಅಥವಾ ಮಸೂರಕ್ಕೆ ಸೂಕ್ತವಾದ ಆಕಾರವನ್ನು ಕೊಟ್ಟು ಕಿರಣಗಳು ಒಂದೇ ಬಿಂದುವಿನಲ್ಲಿ ಸಂಗಮಗೊಳ್ಳುವಂತೆ ಮಾಡಬೇಕು. ಹೀಗೆ ಮಾಡಿದಾಗ ಪ್ರತಿಬಿಂಬದ ಕಾಂತಿಯು ಕ್ಷೀಣಿಸುತ್ತದೆ. ಮಸೂರದ ಮುಖಿಗಳ ವಕ್ರತೆಯು ರಶ್ಮಿಯ ಒಟ್ಟು ದಿಕ್ಪಲ್ಲಟವನ್ನು ಸಮನಾಗಿ ಹಂಚಿಕೊಳ್ಳುವಂತೆ ಮಾಡಿದರೆ ಈ ದೋಷವನ್ನು ಕಡಿಮೆಮಾಡಬಹುದು.

ವರ್ಣಾಪಸರಣ

ಮಸೂರದ ಸಂಗಮದೂರ (f) ಮತ್ತು ಅದರ ವಕ್ರೀಭವನಾಂಕ (n) ಗಳ ನಡುವಿನ ಸಂಬಂಧವು ಮಸೂರನಿರ್ಮಾಣ ಸೂತ್ರದಿಂದ ದೊರೆಯುತ್ತದೆ. $\frac{1}{f} = (n-1) \left\{ \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_1} \right\}$. ಇಲ್ಲಿ R_1 ಮತ್ತು R_2 ಮಸೂರದ ಎರಡು ಮುಖಿಗಳ ವಕ್ರತಾತ್ರಿಜ್ಯ.

ಬೇರೆ ಬೇರೆ ವರ್ಣದ ಕಿರಣಗಳಿಗೆ ಬೇರೆ ಬೇರೆ ವಕ್ರೀಭವನಾಂಕಗಳಿರುವುದರಿಂದ ಅವುಗಳ ಸಂಗಮದೂರಗಳೂ ಬೇರೆ ಬೇರೆಯಾಗಿರುತ್ತವೆ ಎಂಬುದು ಮೇಲಿನ ಸೂತ್ರದಿಂದ ತಿಳಿಯುತ್ತದೆ. ಶ್ವೇತ ಕಿರಣಗಳು ಮಸೂರದ ಮೂಲಕ ಹಾದು ಹೋದಾಗ ಹೆಚ್ಚು ವಕ್ರೀಭವನಾಂಕದ ನೇರಳೆ ಕಿರಣಗಳು ಹೆಚ್ಚು ಬಾಗಿ ಮಸೂರಕ್ಕೆ ಸಮೀಪವಾಗಿ ಸಂಗಮಿಸುತ್ತವೆ. ಹಾಗೆಯೇ, ಕಡಿಮೆ ವಕ್ರೀಭವನಾಂಕದ ಕೆಂಪುಕಿರಣಗಳು ಕಡಿಮೆ ಬಾಗಿ ಮಸೂರದಿಂದ ದೂರವಾಗಿ ಸಂಗಮಿಸುತ್ತವೆ. ಅಂದರೆ ನೇರಳೆ ಕಿರಣದ ಸಂಗಮದೂರ (f_v) ಕೆಂಪು ಕಿರಣದ ಸಂಗಮದೂರ (f_r) ಕ್ಕಿಂತ ಕಡಿಮೆ ಇರುತ್ತದೆ (ಚಿತ್ರ 6.6.2) ಉಳಿದ ಬೇರೆಲ್ಲ ಬಣ್ಣದ ಕಿರಣಗಳು ನೇರಳೆ ಮತ್ತು ಕೆಂಪಿನ ನಡುವೆ ಸಂಗಮಗೊಳ್ಳುತ್ತವೆ. ಹೀಗಾಗಿ ಮಸೂರದ ಅಕ್ಷಕ್ಕೆ ಸಮಾಂತರವಾಗಿ ರೇಖೀಯ ರೋಹಿತಲುಂಟಾಗುತ್ತದೆ. ಇದರಿಂದ ಪ್ರಧಾನಾಕ್ಷದ ಮೇಲಿರಿಸಿದ ಬಿಂದು ರೂಪದ ಶ್ವೇತವಸ್ತುವಿನ ಬಿಂಬವು ಬಿಂದುರೂಪವಾಗಿರದೆ ಹರಡಿಕೊಂಡಿರುತ್ತದೆ. ಜೊತೆಗೆ ಬಿಳಿಯದಾಗಿರದೆ ಹೆಚ್ಚುಕಮ್ಮಿ ಬಣ್ಣದ್ದಾಗಿರುತ್ತದೆ. ಮಸೂರಗಳಲ್ಲಿರುವ ಈ ದೋಷವನ್ನು ವರ್ಣಾಪಸರಣ ಎಂದು ಕರೆಯಲಾಗುತ್ತದೆ.



ಚಿತ್ರ 6.6.2

ನೇರಳೆ ಮತ್ತು ಕೆಂಪು ಕಿರಣಗಳ ಸಂಗಮದೂರಗಳ ನಡುವಿನ ವ್ಯತ್ಯಾಸ [$VR = (f_r - f_v)$] ವು ಅನುನೀಳ ವರ್ಣಾಪಸರಣದ ಅಳತೆಯಾಗುತ್ತದೆ.

ಬಿಂಬದ ವರ್ಧನ ಮಸೂರದ ಸಂಗಮದೂರವನ್ನು ಅವಲಂಬಿಸಿದೆ. ಬೇರೆ ಬೇರೆ ವರ್ಣಕಿರಣಗಳಿಗೆ ಬೇರೆ ಬೇರೆ ಸಂಗಮದೂರಗಳಿರುವುದರಿಂದ, ವರ್ಧನ ಕೂಡ ಬೇರೆ ಬೇರೆಯಾಗಿರುತ್ತದೆ. ಆದ್ದರಿಂದ ತೆರೆಯನ್ನು ಮಸೂರದ ಪ್ರಧಾನಾಕ್ಷಕ್ಕೆ ಲಂಬವಾಗಿ ಚಲಿಸಿದರೆ ಬೇರೆ ಬೇರೆ ಬಣ್ಣದ ವಿವಿಧ ಗಾತ್ರದ ಬಿಂಬಗಳು ಬೆರೆಯುವುದರಿಂದ ಅಖಚಿತ ಬಿಂಬವು ಮೂಡುತ್ತದೆ. ಇದನ್ನು ಪಾರ್ಶ್ವವರ್ಣಾಪಸರಣ ಎನ್ನುತ್ತಾರೆ.

ತೆಳುಮಸೂರಗಳ ನಿರ್ವರ್ಣ ಸಂಯೋಜನೆ

ಸೂಕ್ತ ವಸ್ತು ಮತ್ತು ಸಂಗಮದೂರಗಳ ಎರಡು ಮಸೂರಗಳನ್ನು (ಒಂದು ಕ್ರೌನ್ ಗಾಜಿನ ಪೀನಮಸೂರ ಮತ್ತೊಂದು ಫ್ಲಿಂಟ್ ಗಾಜಿನ ನಿಮ್ನಮಸೂರ) ಸಂಸ್ಪರ್ಶದಲ್ಲಿಟ್ಟಾಗ ಒಂದು ಮಸೂರ ಉಂಟು ಮಾಡಿದ ವರ್ಣವಿಭಜನೆಯನ್ನು ಮತ್ತೊಂದು ಮಸೂರವು ಇಲ್ಲದಂತೆ ಮಾಡುತ್ತದೆ. ಆಗ ಎಲ್ಲ ವರ್ಣಗಳ ಕಿರಣಗಳು ಒಂದೇ ಬಿಂದುವಿನಲ್ಲಿ ಸಂಗಮಗೊಳ್ಳುತ್ತವೆ. ಹೀಗೆ ವರ್ಣಾಪಸರಣವನ್ನು ಇಲ್ಲದಂತೆ ಅಥವಾ ಕನಿಷ್ಠವಾಗುವಂತೆ ಮಾಡುವ ಮಸೂರಗಳ ಸಂಯೋಜನೆಯನ್ನು ಮಸೂರಗಳ ನಿರ್ವರ್ಣ ಸಂಯೋಜನೆ ಎನ್ನುತ್ತಾರೆ. ಒಮ್ಮೊಮ್ಮೆ ಇಂಥವುಗಳನ್ನು ನಿರ್ವರ್ಣಜೋಡಿ ಎಂದೂ ಕರೆಯುತ್ತಾರೆ. ಇವುಗಳನ್ನು ಒಳ್ಳೆಯ ಗುಣ ಮಟ್ಟದ ದೃಗುಪಕರಣಗಳಲ್ಲಿ ಬಳಸುತ್ತಾರೆ.

ನಿರ್ವರ್ಣ ಜೋಡಿ(achromatic dublet) ಗೆ ಬಳಸುವ ಮಸೂರಗಳು ಬೇರೆ ಬೇರೆ ವಸ್ತುವಿನಿಂದ ತಯಾರಾಗಿರಬೇಕು. ಎರಡೂ ಮಸೂರಗಳ ವಿಭಜನಾ ಸಾಮರ್ಥ್ಯವು ಧನಾತ್ಮಕವಾದ್ದರಿಂದ, ಒಂದರ ಸಂಗಮದೂರವು ಋಣಾತ್ಮಕವಾಗಿದ್ದಲ್ಲಿ ಮತ್ತೊಂದರ ಸಂಗಮದೂರವು ಧನಾತ್ಮಕವಾಗಿರಬೇಕು. ಅಂದರೆ ಒಂದು ಪೀನಮಸೂರ ಮತ್ತು ಮತ್ತೊಂದು ನಿಮ್ನಮಸೂರವಾಗಿರಬೇಕು.

ಅಭ್ಯಾಸ

ನಾಲ್ಕು ಅಂಕಗಳ ಪ್ರಶ್ನೆಗಳು

1. ಗೋಳಾಪಸರಣವೆಂದರೇನು? ಇದು ಉತ್ಪತ್ತಿಯಾಗುವ ರೀತಿಯನ್ನು ಚಿತ್ರಸಹಿತ ವಿವರಿಸಿ. ಇದನ್ನು ನಿವಾರಿಸಲು ಅನುಸರಿಸಬೇಕಾದ ಕ್ರಮಗಳನ್ನು ಸಂಕ್ಷಿಪ್ತವಾಗಿ ತಿಳಿಸಿ.

2. ವರ್ಣಾಪಸರಣವೆಂದರೇನು? ಚಿತ್ರಸಹಿತ ವಿವರಿಸಿ. ನಿರ್ವರ್ಣಜೋಡಿಯ ಬಗ್ಗೆ ಟಿಪ್ಪಣಿ ಬರೆಯಿರಿ.

6.7 ದೃಗುಪಕರಣಗಳು

ಕೆಲವು ವಸ್ತುಗಳು ತುಂಬಾ ಚಿಕ್ಕದಾಗಿರುತ್ತವೆ. ಬರಿ ಕಣ್ಣಿಗೆ ಸ್ಪಷ್ಟವಾಗಿ ಕಾಣುವುದಿಲ್ಲ. ಮತ್ತೆ ಕೆಲವು ತುಂಬಾ ದೂರದಲ್ಲಿರುತ್ತವೆ. ಅವುಗಳ ವಿವರಗಳನ್ನು ಗ್ರಹಿಸುವುದು ಕೂಡ ಬರಿಕಣ್ಣಿಗೆ ಸಾಧ್ಯವಾಗುವುದಿಲ್ಲ. ಹಾಗೆಯೇ ಪಟ್ಟಕವು ಮೂಡಿಸಿದ ರೋಹಿತದ ದರ್ಶನ ಕೂಡ ಬರಿಕಣ್ಣಿಗೆ ಸುಲಭವಲ್ಲ. ಇಂಥ ಸಂದರ್ಭಗಳಲ್ಲಿ ಚಿಕ್ಕವಸ್ತುಗಳನ್ನು ದೊಡ್ಡದಾಗಿಯೂ ದೂರದ ವಸ್ತುಗಳನ್ನು ಹತ್ತಿರವಾಗಿಯೂ, ರೋಹಿತಗಳನ್ನು ಸುಸ್ಪಷ್ಟವಾಗಿಯೂ

ತೋರಿಸಬಲ್ಲ ಅನೇಕ ಉಪಕರಣಗಳನ್ನು ವಿಜ್ಞಾನಿಗಳು ಕಂಡುಹಿಡಿದಿದ್ದಾರೆ. ಇವುಗಳನ್ನು ದೃಗುಪಕರಣಗಳು ಎಂದು ಕರೆಯಲಾಗುತ್ತದೆ.

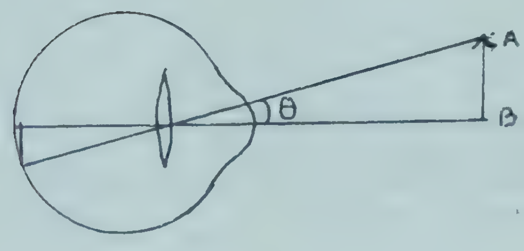
ಮನುಷ್ಯನ ಕಣ್ಣಿನ ದೃಷ್ಟಿಗೆ ನೆರವಾಗುವ ಅನೇಕ ದೃಗುಪಕರಣಗಳಿವೆ. ಇವುಗಳಲ್ಲಿ ಸೂಕ್ಷ್ಮದರ್ಶಕ, ದೂರದರ್ಶಕ, ಪಟ್ಟಕದುರ್ಬೀನು, ನೇರನೋಟದ ರೋಹಿತದರ್ಶಕ ಮತ್ತು ರೋಹಿತಮಾಪಕಗಳನ್ನು ಮಾತ್ರ ಇಲ್ಲಿ ಚರ್ಚಿಸಲಾಗಿದೆ. ಅದಕ್ಕೆ ಮುಂಚೆ ಕೆಲವು ನಿರೂಪಣೆಗಳನ್ನು ಅರ್ಥಮಾಡಿಕೊಳ್ಳಬೇಕು.

ದೃಕ್‌ಕೋನ ಮತ್ತು ದೃಷ್ಟಿ ಸೂಕ್ಷ್ಮತೆ :

ಒಂದು ವಸ್ತುವಿನ ಕಡೆ ದೃಷ್ಟಿ ಹಾಯಿಸಿದಾಗ ಕಣ್ಣು ಆ ವಸ್ತುವಿನ ಗಾತ್ರ ಇಂತಿಷ್ಟೆ ಎಂದು ಗ್ರಹಿಸುತ್ತದೆ. ಈ ಗ್ರಹಿಕೆ ಕಣ್ಣಿನ ಅಕ್ಷಿಪಟದ ಮೇಲೆ ಮೂಡುವ ಬಿಂಬದ ಗಾತ್ರವನ್ನು ಅವಲಂಬಿಸಿದೆ ಮತ್ತು ಬಿಂಬದ ಗಾತ್ರವು ದೃಕ್‌ಕೋನವನ್ನು ಅವಲಂಬಿಸಿದೆ.

ವಸ್ತುವು ಕಣ್ಣಿನ ಮಸೂರದಲ್ಲಿ ಉಂಟುಮಾಡುವ ಕೋನಕ್ಕೆ ದೃಕ್‌ಕೋನವೆಂದು ಹೆಸರು.

AB ವಸ್ತುವಿನ ತುದಿಗಳಿಂದ ಹೊರಟ ಕಿರಣಗಳು ಕಣ್ಣಿನ ಬಳಿ θ ಕೋನವನ್ನು ಉಂಟುಮಾಡುತ್ತಿವೆ. θ ದೃಕ್‌ಕೋನವನ್ನು ಸೂಚಿಸುತ್ತದೆ.



ಚಿತ್ರ 6.7.1

ದೃಕ್‌ಕೋನವು ವಸ್ತುವಿನ ಗಾತ್ರ ಮತ್ತು ಅದು ಕಣ್ಣಿನಿಂದ ಎಷ್ಟು ದೂರದಲ್ಲಿದೆ ಎಂಬುದನ್ನು ಅವಲಂಬಿಸಿದೆ. ವಸ್ತುವನ್ನು ಕಣ್ಣಿನ ಹತ್ತಿರಕ್ಕೆ ತಂದಂತೆಲ್ಲಾ ದೃಕ್‌ಕೋನ ಹೆಚ್ಚಾಗುತ್ತದೆ. ಇದರಿಂದ ಕಣ್ಣಿನ ಗ್ರಹಿಕೆಯಲ್ಲಿ ವಸ್ತುವಿನ ಗಾತ್ರವೂ ಹೆಚ್ಚಾದಂತೆ ತೋರುತ್ತದೆ. ಆದರೆ ವಸ್ತುವನ್ನು ಒಂದು ನಿರ್ದಿಷ್ಟ ದೂರಕ್ಕಿಂತ ಹತ್ತಿರ ತಂದರೆ ಆ ವಸ್ತುವನ್ನು ನೋಡುವುದು ಕಣ್ಣಿಗೆ ತ್ರಾಸದಾಯಕವಾಗುತ್ತದೆ.

ಸ್ಪಷ್ಟವಾಗಿ ಮತ್ತು ತ್ರಾಸವಾಗದಂತೆ ನೋಡಬೇಕಾದರೆ ವಸ್ತುವು ಕಣ್ಣಿಂದ ಇರಬೇಕಾದ ಕನಿಷ್ಠ ದೂರವನ್ನು ಸ್ಪಷ್ಟದೃಷ್ಟಿಯ ಕನಿಷ್ಠದೂರ (D) ಎನ್ನುತ್ತೇವೆ.

ಯಾವುದೇ ದೋಷವಿಲ್ಲದ ನೈಜ ಕಣ್ಣಿನ ಸ್ಪಷ್ಟದೃಷ್ಟಿಯ ಕನಿಷ್ಠದೂರ 25cm. ಕಣ್ಣಿಗೆ ಹೆಚ್ಚು ತ್ರಾಸವಾಗದಂತೆ ಓದಲು ಪುಸ್ತಕವನ್ನು 25cm ದೂರದಲ್ಲಿ ಹಿಡಿದುಕೊಳ್ಳಬೇಕು.

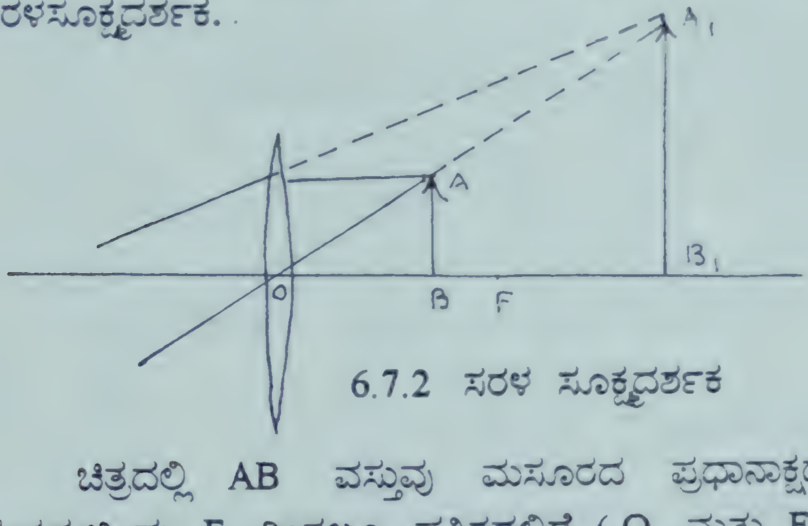
ಎರಡು ಬಿಂದುಗಳು ಕಣ್ಣಿನ ಬಳಿ ಉಂಟುಮಾಡುವ ದೃಕ್‌ಕೋನವು, ಒಂದು ಕನಿಷ್ಠ ಬೆಲೆಗಿಂತ ಕಡಿಮೆ ಇದ್ದರೆ ಆ ಎರಡು ಬಿಂದುಗಳನ್ನು ಪ್ರತ್ಯೇಕವಾಗಿ

ಗುರುತಿಸುವುದು ಕಣ್ಣಿಗೆ ಸಾಧ್ಯವಾಗುವುದಿಲ್ಲ. ಈ ಕನಿಷ್ಠ ಕೋನಕ್ಕೆ 'ದೃಷ್ಟಿ ಸೂಕ್ಷ್ಮತೆ' ಎಂದು ಹೆಸರು. ಮಾನವನ ಕಣ್ಣಿಗೆ ಅನ್ವಯಿಸಿದಂತೆ ಇದು 1 ನಿಮಿಷವಾಗಿರುತ್ತದೆ.

ಯಾವುದೇ ದೃಗುಪಕರಣವು ಬಿಂಬವನ್ನು ಕಣ್ಣಿನ ಸ್ಪಷ್ಟದೃಷ್ಟಿಯ ಕನಿಷ್ಠದೂರದಲ್ಲಿ ಮೂಡಿಸಬೇಕು; ಬಿಂಬದ ದೃಕ್‌ಕೋನವನ್ನು ಹೆಚ್ಚಿಸಬೇಕು; ಮತ್ತು ದೃಷ್ಟಿಸೂಕ್ಷ್ಮತೆಯನ್ನು ಹೆಚ್ಚಿಸಬೇಕು. ಆಗ ದೊಡ್ಡದಾದ, ಸುಸ್ಪಷ್ಟವಾದ ಮತ್ತು ನೋಟಕ್ಕೆ ತ್ರಾಸವಾಗದ ರೀತಿಯಲ್ಲಿ ಬಿಂಬವು ಮೂಡುತ್ತದೆ.

ಸೂಕ್ಷ್ಮದರ್ಶಕ

ಸರಳ ಸೂಕ್ಷ್ಮದರ್ಶಕ : ಅತ್ಯಂತ ಸರಳವಾದ ದೃಗುಪಕರಣವೆಂದರೆ ಕಡಿಮೆ ಸಂಗಮದೂರದ ಒಂದು ಪೀನಮಸೂರ. ವಸ್ತುವೊಂದನ್ನು ಪೀನಮಸೂರದ ಮುಂದೆ ಅದರ ಪ್ರಧಾನಸಂಗಮಬಿಂದುವಿಗಿಂತ ಹತ್ತಿರವಾಗಿ ಇಟ್ಟಾಗ ನೇರವಾದ ವರ್ಧಿತ ಮಿಥ್ಯಾ ಬಿಂಬವು ಏರ್ಪಡುತ್ತದೆ (ಚಿತ್ರ6.7.2). ಮಸೂರದ ಹಿಂದೆ ಕಣ್ಣಿಟ್ಟು ವಸ್ತು ಮತ್ತು ಮಸೂರದ ನಡುವಿನ ಅಂತರವನ್ನು ಹೊಂದಿಸಿ ಬಿಂಬವು ಸ್ಪಷ್ಟದೃಷ್ಟಿಯ ಕನಿಷ್ಠದೂರದಲ್ಲಿ ಮೂಡುವಂತೆ ಮಾಡಬಹುದು. ಹೀಗೆ ಮಾಡಿದಾಗ ಬರುವ ಆಳವಡಿಕೆಯೆ ಸರಳಸೂಕ್ಷ್ಮದರ್ಶಕ.



6.7.2 ಸರಳ ಸೂಕ್ಷ್ಮದರ್ಶಕ

ಚಿತ್ರದಲ್ಲಿ AB ವಸ್ತುವು ಮಸೂರದ ಪ್ರಧಾನಾಕ್ಷದ ಮೇಲೆ ಪ್ರಧಾನ ಸಂಗಮಬಿಂದು F ಗಿಂತಲೂ ಹತ್ತಿರದಲ್ಲಿದೆ (O ಮತ್ತು F ನಡುವೆ). A_1B_1 ವೃದ್ಧಿಹೊಂದಿದ ನೇರ ಮತ್ತು ಮಿಥ್ಯಾ ಪ್ರತಿಬಿಂಬವಾಗಿದೆ.

ಮಸೂರದ ಸಂಗಮದೂರ ಚಿಕ್ಕದಾದಷ್ಟು ಬಿಂಬದ ವರ್ಧನ ಹೆಚ್ಚಾಗುತ್ತದೆ. ಆದರೆ ತುಂಬಾ ಕಡಿಮೆ ಸಂಗಮದೂರವುಳ್ಳ ಮಸೂರಗಳನ್ನು ಪ್ರಾಯೋಗಿಕವಾಗಿ ಉಪಯೋಗಿಸುವುದು ಕಷ್ಟ. ಆದ್ದರಿಂದ ಹೆಚ್ಚಿನ ವರ್ಧನವನ್ನು ಪಡೆಯಲು ಸಂಯಕ್ತ ಸೂಕ್ಷ್ಮದರ್ಶಕಗಳನ್ನು ಬಳಸಬೇಕು.

ವರ್ಧನಸಾಮರ್ಥ್ಯ

ಸೂಕ್ಷ್ಮದರ್ಶಕ (ಸರಳ ಅಥವಾ ಸಂಯುಕ್ತ)ದ ವರ್ಧನಸಾಮರ್ಥ್ಯವು ಸ್ಪಷ್ಟದೃಷ್ಟಿಯ ಕನಿಷ್ಠದೂರದಲ್ಲಿ ಮೂಡಿದ ಬಿಂಬವು ಕಣ್ಣಿನ ಬಳಿ ಉಂಟುಮಾಡುವ

ದೃಕ್‌ಕೋನಕ್ಕೂ ಮತ್ತು ಅದೇ ದೂರದಲ್ಲಿ ವಸ್ತುವನ್ನಿಟ್ಟಾಗ ಅದು ಕಣ್ಣಿನ ಬಳಿ ಉಂಟುಮಾಡುವ ದೃಕ್‌ಕೋನಕ್ಕೂ ಇರುವ ಪ್ರಮಾಣವಾಗಿರುತ್ತದೆ.

ಸಾಮಾನ್ಯವಾಗಿ ಈ ಕೋನಗಳು ತುಂಬಾ ಚಿಕ್ಕದಾಗಿರುತ್ತವೆ. ಆದ್ದರಿಂದ ಈ ಪ್ರಮಾಣವು ಸ್ಪಷ್ಟದೃಷ್ಟಿಯ ಕನಿಷ್ಠದೂರದಲ್ಲಿ ಮೂಡಿದ ಬಿಂಬದ ರೇಖೀಯಗಾತ್ರ ಮತ್ತು ವಸ್ತುವಿನ ರೇಖೀಯಗಾತ್ರದ ನಡುವಿನ ಪ್ರಮಾಣಕ್ಕೆ ಸಮನಾಗಿರುತ್ತದೆ.

$$\text{ವರ್ಧನಸಾಮರ್ಥ್ಯ} = \frac{\text{ಬಿಂಬದ ರೇಖೀಯ ಗಾತ್ರ}}{\text{ವಸ್ತುವಿನ ರೇಖೀಯ ಗಾತ್ರ}}$$

ಸರಳ ಸೂಕ್ಷ್ಮದರ್ಶಕದ ವರ್ಧನಸಾಮರ್ಥ್ಯ

$$\text{ವರ್ಧನಸಾಮರ್ಥ್ಯ} = \frac{A_1B_1}{AB} = \frac{v}{u} = \frac{D}{u}$$

ಇಲ್ಲಿ D ಅಂದರೆ ಸ್ಪಷ್ಟದೃಷ್ಟಿಯ ಕನಿಷ್ಠದೂರ

ಮಸೂರಸೂತ್ರದ ಪ್ರಕಾರ $\frac{1}{v} + \frac{1}{u} + \frac{1}{f}$

ಇಲ್ಲಿ $v = -D$ (ಮಿಥ್ಯಾಬಿಂಬ) ; f ಮತ್ತು u ಧನಾತ್ಮಕ

$$\because$$

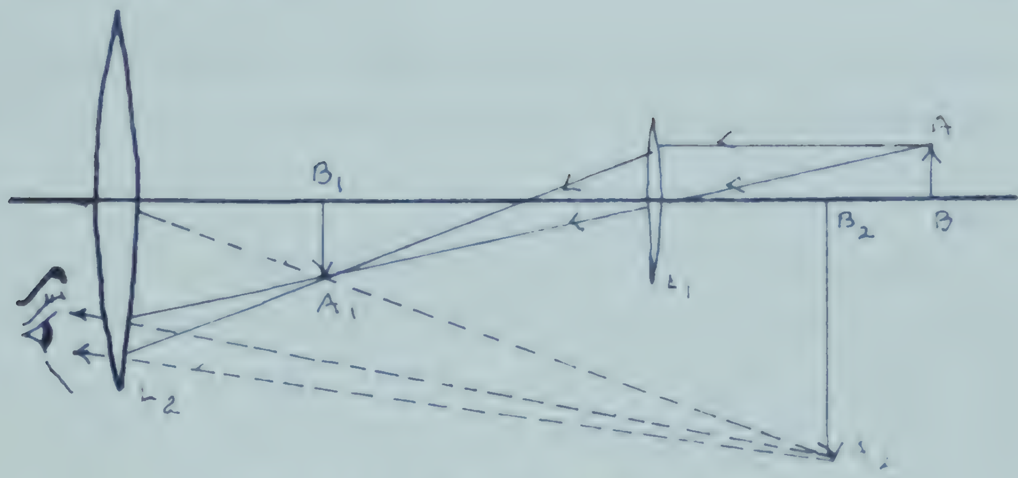
$$\therefore\ -\frac{1}{D} + \frac{1}{u} = \frac{1}{f}$$

$$-1 + \frac{D}{u} = \frac{D}{f}; \quad \cdot\frac{D}{u} = \frac{D}{f} + 1$$

ಅಂದರೆ $\text{ವರ್ಧನಸಾಮರ್ಥ್ಯ} = 1 + \frac{D}{f}$

ಸಂಯುಕ್ತ ಸೂಕ್ಷ್ಮದರ್ಶಕ : ಎರಡು ಅಥವಾ ಅನೇಕ ಮಸೂರಗಳನ್ನು ಜೋಡಿಸಿ ಹತ್ತಿರದ ಚಿಕ್ಕ ವಸ್ತುವಿನ ವರ್ಧಿತ ಬಿಂಬವನ್ನು ಸ್ಪಷ್ಟದೃಷ್ಟಿಯ ಕನಿಷ್ಠದೂರದಲ್ಲಿ ಪಡೆಯುವ ಉಪಕರಣಕ್ಕೆ ಸಂಯುಕ್ತ ಸೂಕ್ಷ್ಮದರ್ಶಕವೆಂದು ಹೆಸರು.

ಒಂದು ಮಾದರಿ ಸಂಯುಕ್ತ ಸೂಕ್ಷ್ಮದರ್ಶಕದಲ್ಲಿ ಭಿನ್ನ ಸಂಗಮದೂರದ ಎರಡು ಪೀನಮಸೂರಗಳಿರುತ್ತವೆ. ಕಡಿಮೆ ಸಂಗಮದೂರದ ಮಸೂರವನ್ನು ವಸ್ತುಕ (ವಸ್ತುಮಸೂರ L_1) ಎಂದೂ ಹೆಚ್ಚು ಸಂಗಮದೂರದ ಮಸೂರವನ್ನು ನೇತ್ರಕ (ನೇತ್ರ ಮಸೂರ L_2) ಎಂದೂ ಕರೆಯಲಾಗುತ್ತದೆ. ಈ ಎರಡೂ ಮಸೂರಗಳ ಅಕ್ಷ ಒಂದೇ ಆಗಿರುವಂತೆ ಅವುಗಳನ್ನು ಲೋಹದ ಕೊಳವೆಯ ತುದಿಗಳಲ್ಲಿ ಅಳವಡಿಸಲಾಗಿರುತ್ತದೆ. ನೇತ್ರಕವನ್ನು ಹಿಂದೆ ಮುಂದೆ ಜಾರಿಸುವ ಮೂಲಕ ಮಸೂರಗಳ ನಡುವಿನ ಅಂತರವನನ್ನು ಬದಲಿಸುವ ವ್ಯವಸ್ಥೆಯೂ ಇರುತ್ತದೆ.



ಚಿತ್ರ 6.7.3 ಸಂಯುಕ್ತ ಸೂಕ್ಷ್ಮದರ್ಶಕ

ಚಿತ್ರ (6.7.3)ರಲ್ಲಿ AB ವಸ್ತುವನ್ನು ವಸ್ತುಕದ ಸಂಗಮದೂರ F ಸಿಂದ ಆಚೆಗೆ ಇರಿಸಲಾಗಿದೆ. ಈ ವಸ್ತುವಿನ ತಲೆಕೆಳಗಾದ, ದೊಡ್ಡದಾದ, ನೈಜ ಪ್ರತಿಬಿಂಬ $A_1 B_1$ ಅನ್ನು ಚಿತ್ರದಲ್ಲಿ ನೋಡಬಹುದು.

ಈಗ ನೇತ್ರಕ L_2 ವನ್ನು ಜಾರಿಸಿ ಅದರ ಪ್ರಧಾನ ಸಂಗಮದೂರದ ಒಳಗೇ $A_1 B_1$ ಬಿಂಬವು ಮೂಡುವಂತೆ ಹೊಂದಿಸಬಹುದು. ಆಗ L_2 ಮಸೂರವು ಒಂದು ಸರಳ ಸೂಕ್ಷ್ಮದರ್ಶಕದಂತೆ ವರ್ತಿಸಿ $A_1 B_1$ ಗೆ ಸಾಪೇಕ್ಷವಾಗಿ ನೇರವಾದ ವರ್ಧನೆಗೊಂಡ $A_2 B_2$ ಮಿಥ್ಯಾಬಿಂಬವನ್ನು ಉಂಟುಮಾಡುತ್ತದೆ. ನೇತ್ರಕದ ಹಿಂದೆ ಕಣ್ಣಿರಿಸಿ ನೋಡಿದರೆ ವರ್ಧನೆಗೊಂಡ, ತಲೆಕೆಳಗಾದ ಮಿಥ್ಯಾಬಿಂಬವು ಕಾಣಿಸುತ್ತದೆ. ಮಸೂರಗಳ ನಡುವಿನ ಅಂತರವನ್ನು ಯುಕ್ತವಾಗಿ ಹೊಂದಿಸುವುದರಿಂದ AB ವಸ್ತುವಿನ ಅಂತಿಮ ಬಿಂಬ $A_2 B_2$ ಸ್ಪಷ್ಟದೃಷ್ಟಿಯ ಕನಿಷ್ಠದೂರದಲ್ಲಿ ಮೂಡುವಂತೆ ಮಾಡಬಹುದು.

ಈ ಸೂಕ್ಷ್ಮದರ್ಶಕದ ವರ್ಧನ ಸಾಮರ್ಥ್ಯ $(M) = M_O \times M_e$

$M_O =$ ವಸ್ತುಕದಿಂದಾದ ವರ್ಧನೆ ; $fo / u + fo$

$M_e =$ ನೇತ್ರಕದಿಂದಾದ ವರ್ಧನೆ ; $1 + D/ fe$

$\therefore\ M = (fo / u - fo) (1 + D/fe)$

ಇಲ್ಲಿ fo – ವಸ್ತುಕಮಸೂರದ ಸಂಗಮದೂರ

u – ವಸ್ತುವಿನಿಂದ ವಸ್ತುಕಮಸೂರಕ್ಕಿರುವ ದೂರ

fe – ನೇತ್ರಕಮಸೂರದ ಸಂಗಮದೂರ

ದೂರದರ್ಶಕ :

ತುಂಬಾ ದೂರದ ವಸ್ತುವಿನ ವರ್ಧಿತ ಬಿಂಬವನ್ನು ಸ್ಪಷ್ಟದೃಷ್ಟಿಯ ಕನಿಷ್ಠದೂರದಲ್ಲಿ ಉಂಟುಮಾಡುವ ಉಪಕರಣವನ್ನು ದೂರದರ್ಶಕ ಎನ್ನುತ್ತೇವೆ.

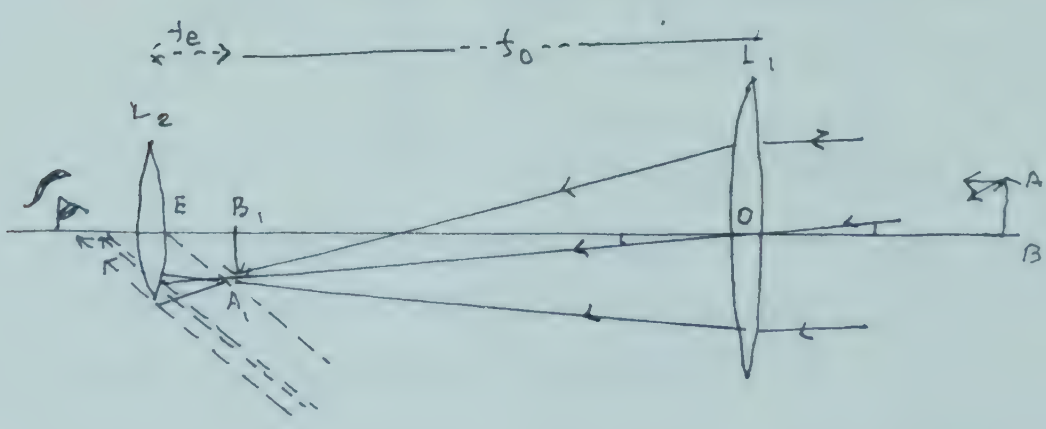
ದೂರದರ್ಶಕದ ಮೂಲಕ ನೋಡಿದಾಗ ಕಾಣುವ ದೂರದ ವಸ್ತುವಿನ ಬಿಂಬವು ವಸ್ತುವಿನ ವಾಸ್ತವ ಗಾತ್ರಕ್ಕಿಂತ ಚಿಕ್ಕದಾಗಿರುತ್ತದೆ. ಆದರೆ ಬಿಂಬವು ಕಣ್ಣಿಗೆ ತುಂಬಾ

ಹತ್ತಿರವಾಗಿ ಕಾಣುವುದರಿಂದ ಅದಕ್ಕೆ ಹೆಚ್ಚು ದೃಕ್‌ಕೋನವಿರುತ್ತದೆ. ಹೀಗಾಗಿ ಬಿಂಬದ ಗಾತ್ರವು ವಸ್ತುವನ್ನು ಬರಿಗಣ್ಣಿನಿಂದ ನೋಡಿದಾಗ ಕಾಣಿಸುವ ಗಾತ್ರಕ್ಕಿಂತ ಹೆಚ್ಚಾಗಿರುತ್ತದೆ.

ಖಗೋಳ ದೂರದರ್ಶಕ

ಇದನ್ನು ನಕ್ಷತ್ರ ಮತ್ತು ಗ್ರಹಗಳೇ ಮುಂತಾದ ಆಕಾಶಕಾಯಗಳನ್ನು ವೀಕ್ಷಿಸಲು ಉಪಯೋಗಿಸುತ್ತಾರೆ. ಇದರಲ್ಲಿ ಎರಡು ಪೀನಮಸೂರಗಳಿರುತ್ತವೆ. ಒಂದರ ಸಂಗಮದೂರ ಮತ್ತು ದೃಗ್ವ್ಯಾಸ ಹೆಚ್ಚಿರುತ್ತದೆ. ಇದನ್ನು ವಸ್ತುಕ L_1 ಎಂದೂ ಮತ್ತೊಂದು ಕಡಿಮೆ ಸಂಗಮದೂರ ಮತ್ತು ದೃಗ್ವ್ಯಾಸವಿರುವ ಮಸೂರವನ್ನು ನೇತ್ರಕ L_2 ಎಂದು ಕರೆಯುತ್ತಾರೆ. ಈ ಎರಡೂ ಮಸೂರಗಳನ್ನು ಒಂದರೊಳಗೊಂದು ಸರಿದಾಡುವ ಎರಡು ಲೋಹದ ಕೊಳವೆಗಳ ತುದಿಯಲ್ಲಿ ಅಳವಡಿಸಿರುತ್ತಾರೆ. ಚಿಕ್ಕ ಕೊಳವೆಯ ತುದಿಯಲ್ಲಿ ನೇತ್ರಕವೂ ದೊಡ್ಡ ಕೊಳವೆಯ ತುದಿಯಲ್ಲಿ ವಸ್ತುಕವೂ ಇರುತ್ತದೆ.

ತುಂಬಾ ದೂರದಲ್ಲಿರುವ AB ವಸ್ತುವಿನ A ಬಿಂದುವಿನಿಂದ ಹೊರಟ ಕಿರಣಗಳೆಲ್ಲ ಸಮಾಂತರವಾಗಿರುತ್ತವೆ ಎಂದು ಪರಿಗಣಿಸಬಹುದು. ಈ ಸಮಾಂತರ ಕಿರಣಗಳು L_1 ವಸ್ತುಕದ ಮೂಲಕ ಪ್ರೇಕ್ಷಣೆಗೊಂಡ ನಂತರ ನೈಜವಾದ ತಲೆಕೆಳಗಾದ ಮತ್ತು ಚಿಕ್ಕದಾದ A_1B_1 ಬಿಂಬವನ್ನು ಮಸೂರದ ಸಂಗಮತಲದಲ್ಲಿ ಮೂಡಿಸುತ್ತವೆ. A_1B_1 ಬಿಂಬವನ್ನು L_2 ನೇತ್ರಕದ ಸಂಗಮದೂರಕ್ಕಿಂತ ಕಡಿಮೆ ದೂರದಲ್ಲಿ ಬೀಳುವಂತೆ ಹೊಂದಿಸಿದಾಗ ಅದು A_1B_1 ಗೆ ಸಾಪೇಕ್ಷವಾಗಿ ನೇರವಾದ ವರ್ಧನೆಗೊಂಡ ಮಿಥ್ಯಾಬಿಂಬವನ್ನು ಏರ್ಪಡಿಸುತ್ತದೆ (6.7.4) ಸಾಮಾನ್ಯ ಹೊಂದಾಣಿಕೆಯಲ್ಲಿ ದೂರದರ್ಶಕದ ಉದ್ದ $(fo + fe)$ ಆಗಿರುತ್ತದೆ. ಆಗ ಕೊನೆಯ ಪ್ರತಿಬಿಂಬವು ಅನಂತದೂರದಲ್ಲಿರುತ್ತದೆ.

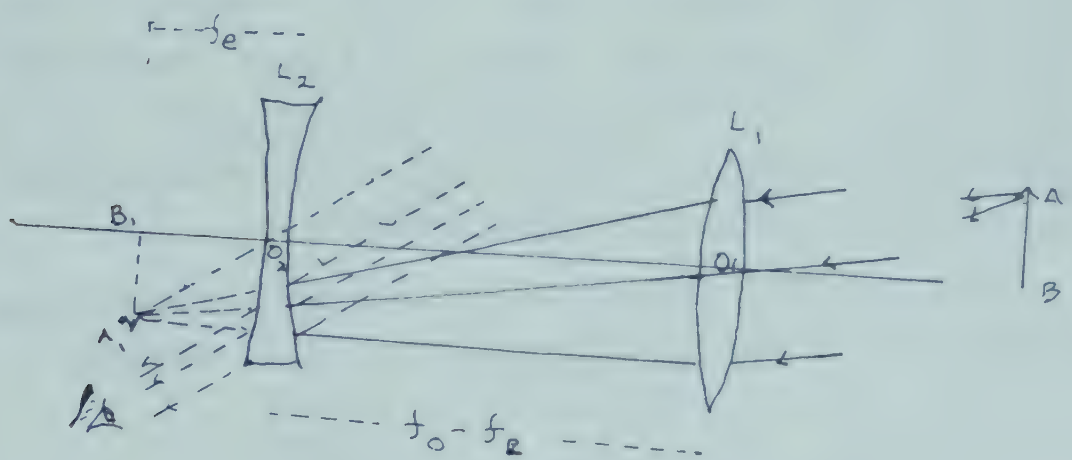


ಚಿತ್ರ 6.7.4

ಖಗೋಳ ದೂರದರ್ಶಕದಲ್ಲಿ ಮೂಡುವ ಅಂತಿಮಬಿಂಬವು ವಸ್ತುವಿಗೆ ಸಾಪೇಕ್ಷವಾಗಿ ತಲೆಕೆಳಗಾಗಿರುತ್ತದೆ. ಆಕಾಶಕಾಯಗಳೆಲ್ಲ ಗೋಲಾಕಾರವಾಗಿರುವುದರಿಂದ ಇದು ದೊಡ್ಡ ತೊಡಕೇನಲ್ಲ. ಆದರೆ ಭೌಗೋಳಿಕ ವಸ್ತುಗಳನ್ನು ಮತ್ತು ಘಟನೆಗಳನ್ನು ವೀಕ್ಷಿಸಲು ನೇರವಾದ ಬಿಂಬವನ್ನು ಉಂಟುಮಾಡುವ ದೂರದರ್ಶಕದ ಆವಶ್ಯಕತೆ ಇದೆ.

ಇಂಥ ದೂರದರ್ಶಕವನ್ನು ಗೆಲಿಲಿಯೋ 1609 ರಲ್ಲಿ ಕಂಡುಹಿಡಿದ. ಇದನ್ನು ಗೆಲಿಲಿಯೋ ದೂರದರ್ಶಕ ಎಂದು ಕರೆಯುತ್ತಾರೆ.

ಗೆಲಿಲಿಯೋ ದೂರದರ್ಶಕ : ಗೆಲಿಲಿಯೋ ದೂರದರ್ಶಕದಲ್ಲಿ ಕೂಡ ಎರಡು ಮಸೂರಗಳಿರುತ್ತವೆ. ವಸ್ತುಕವು ಹೆಚ್ಚು ಸಂಗಮದೂರ ಮತ್ತು ದೃಗ್ವ್ಯಾಸವುಳ್ಳ ಒಂದು ಪೀನಮಸೂರ (L_1). ನೇತ್ರಕವು ಕಡಿಮೆಸಂಗಮದೂರ ಮತ್ತು ದೃಗ್ವ್ಯಾಸವುಳ್ಳ ನಿಮ್ನಮಸೂರ (L_2). ತುಂಬಾ ದೂರದಲ್ಲಿರುವ AB ವಸ್ತುವಿನ A ಬಿಂದುವಿನಿಂದ ಹೊರಟ ಸಮಾಂತರಕಿರಣಗಳು ವಸ್ತುಕದ ಮೂಲಕ ವಕ್ರೀಭವನಗೊಂಡು A_1 ಬಿಂದುವಿನಲ್ಲಿ ಸಂಧಿಸುತ್ತವೆ. A_1 ನಿಂದ ಪ್ರಧಾನಾಕ್ಷಕ್ಕೆ ಎಳೆದ A_1B_1 ಲಂಬವು ವಸ್ತುಕದ ಸಂಗಮತಲದಲ್ಲಿ ಉಂಟಾದ, AB ವಸ್ತುವಿನ ನೈಜವಾದ ತಲೆಕೆಳಗಾದ ಮತ್ತು ಚಿಕ್ಕದಾದ ಬಿಂಬವಾಗಿರುತ್ತದೆ. ಆದರೆ ಈ ಕಿರಣಗಳು ಒಂದೆಡೆ ಕೇಂದ್ರೀಕರಣಗೊಳ್ಳುವುದಕ್ಕೆ ಮುಂಚೆಯೇ ಅವುಗಳನ್ನು ನಿಮ್ನಮಸೂರ L_2 ಅಡ್ಡಹಾಕುತ್ತದೆ (ಚಿತ್ರ 6.7.5). ನಿಮ್ನ ಮಸೂರವು A_1B_1 ನಿಂದ ತನ್ನ ಸಂಗಮದೂರಕ್ಕಿಂತ ಕಡಿಮೆದೂರದಲ್ಲಿದ್ದರೆ ಈ ಕಿರಣಗಳು ಅಪಸರಿಸಿ A_2 ಬಿಂದುವಿನಿಂದ ಬಂದಂತೆ ತೋರುತ್ತವೆ.



ಚಿತ್ರ 6.7.5 ಗೆಲಿಲಿಯೋ ದೂರದರ್ಶಕ

ಅಂತಿಮಬಿಂಬ A_2B_2 ವಸ್ತುವಿಗೆ ಸಾಪೇಕ್ಷವಾಗಿ ನೇರವಾಗಿರುತ್ತದೆ; ಮತ್ತು ಮಿಥ್ಯಾಬಿಂಬವಾಗಿರುತ್ತದೆ (ಚಿತ್ರದಲ್ಲಿ ತೋರಿಸಿಲ್ಲ).

ಅಂತಿಮಬಿಂಬವು ಅನಂತದಲ್ಲಿ ಉಂಟಾಗುತ್ತಿದ್ದರೆ, A_1B_1 ಬಿಂಬವು ನೇತ್ರಕದ ಸಂಗಮತಲದಲ್ಲಿರುತ್ತದೆ. ಆಗ ಎರಡೂ ಮಸೂರಗಳ ನಡುವಿನ ಅಂತರ ಅವುಗಳ ಸಂಗಮದೂರಗಳ ನಡುವಿನ ವ್ಯತ್ಯಾಸಕ್ಕೆ ಸಮನಾಗಿರುತ್ತದೆ. fo ಮತ್ತು fe ಕ್ರಮವಾಗಿ ವಸ್ತುಕ ಮತ್ತು ನೇತ್ರಕಗಳ ಸಂಗಮದೂರಗಳಾಗಿದ್ದರೆ, ಮಸೂರಗಳ ನಡುವಿನ ದೂರ (fo – fe) ಆಗಿರುತ್ತದೆ.

ಗೆಲಿಲಿಯೋ ದೂರದರ್ಶಕದ ಒಂದು ಮುಖ್ಯ ಪ್ರಯೋಜನವೆಂದರೆ ಇದರಲ್ಲಿ ಅಂತಿಮಬಿಂಬವು ನೇರವಾಗಿರುತ್ತದೆ. ಒಂದೇ ವರ್ಧನಸಾಮರ್ಥ್ಯದ ಖಗೋಳದೂರದರ್ಶಕಕ್ಕಿಂತ

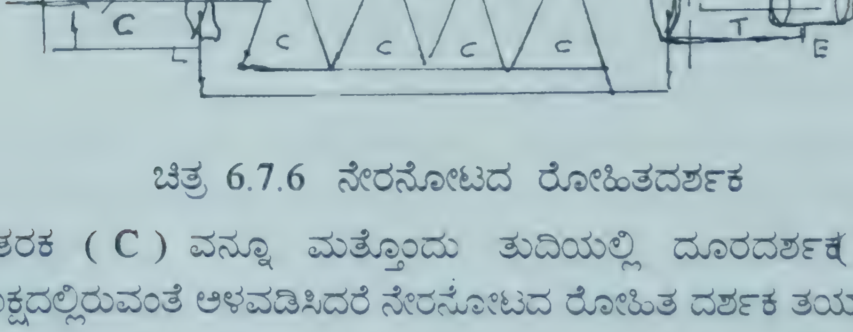
ಗೆಲಿಲಿಯೋ ದೂರದರ್ಶಕದ ಉದ್ದ ಕಡಿಮೆ ಇರುತ್ತದೆ. ಆದ್ದರಿಂದ ಇದನ್ನು ಬೈನಾಕ್ಯುಲರ್‌ಗಳಲ್ಲಿ ಸಾಮಾನ್ಯವಾಗಿ ಉಪಯೋಗಿಸುತ್ತಾರೆ.

ನೇರನೋಟದ ರೋಹಿತದರ್ಶಕ (Direct vision spectroscope)

ಪತನಕಿರಣದ ನೇರದಲ್ಲಿಯೇ ರೋಹಿತವನ್ನು ಉಂಟುಮಾಡುವ ಉಪಕರಣವನ್ನು ನೇರನೋಟದ ರೋಹಿತದರ್ಶಕ ಎಂದು ಕರೆಯಲಾಗುತ್ತದೆ.

ನೇರನೋಟದ ರೋಹಿತದರ್ಶಕವು ದಿಕ್ಪಲ್ಲಟರಹಿತ ವರ್ಣವಿಭಜನೆಯ ತತ್ವವನ್ನು ಅವಲಂಬಿಸಿದೆ. ಬೇರೆ ಬೇರೆ ವಸ್ತುಗಳಿಂದ ಮಾಡಿದ, ಯುಕ್ತ ಕೋನಗಳುಳ್ಳ ಎರಡು ಪಟ್ಟಕಗಳನ್ನು ಅವುಗಳ ಕೋನಗಳು ವಿರುದ್ಧ ದಿಕ್ಕಿನಲ್ಲಿ ಇರುವಂತೆ ಇರಿಸಿದಾಗ, ದಿಕ್ಪಲ್ಲಟರಹಿತ ವರ್ಣವಿಭಜನೆಯನ್ನು ಉಂಟುಮಾಡುವ ಪಟ್ಟಕಗಳ ಸಂಯೋಜನೆ ದೊರೆಯುತ್ತದೆ. (ಅಧ್ಯಾಯ 6.4). ಆದರೆ ಕೇವಲ ಎರಡೇ ಪಟ್ಟಕಗಳ ಸಂಯೋಜನೆ ಉಂಟುಮಾಡುವ ವರ್ಣವಿಭಜನೆ ಗಣನೀಯ ಪ್ರಮಾಣದಲ್ಲಿ ಇರುವುದಿಲ್ಲ. ವರ್ಣವಿಭಜನೆಯನ್ನು ಗಣನೀಯವಾಗಿಸಲು ಯುಕ್ತಕೋನಗಳ ಮೂರು ಕ್ರೌನ್ ಮತ್ತು ಎರಡು ಫ್ಲಿಂಟ್ ಗಾಜಿನ ಪಟ್ಟಕಗಳನ್ನು ಪರ್ಯಾಯವಾಗಿ ಜೋಡಿಸಿ ಪಡೆದ ಸಂಯೋಜನೆಯನ್ನು ಉಪಯೋಗಿಸಲಾಗುತ್ತದೆ. ಪಟ್ಟಕಗಳ ಕೋನಗಳು ವಿರುದ್ಧ ದಿಕ್ಕಿನಲ್ಲಿರುವಂತೆ ಇರಿಸಿ ಕೆನಡಾ ಬಾಲ್ಸಂ ಎಂಬ ಪಾರದರ್ಶಕ ಅಂಟಿನ ತೆಳುಪೊರೆಯಿಂದ ಬಂಧಿಸಲಾಗಿರುತ್ತದೆ. ಇಂಥದೊಂದು ವ್ಯವಸ್ಥೆಯ ಮೂಲಕ ಮಧ್ಯಹಳದಿ ಕಿರಣವು ದಿಕ್ಪಲ್ಲಟವಿಲ್ಲದೆ ಹಾದುಹೋಗುತ್ತದೆ. ಬೇರೆ ಬೇರೆ ಬಣ್ಣದ ಕಿರಣಗಳು ಸಾಕಷ್ಟು ಅಗಲವಾಗಿ ವಿಭಜನೆಗೊಂಡು ಶುದ್ಧರೋಹಿತವನ್ನು ಉಂಟುಮಾಡುತ್ತವೆ (ಚಿತ್ರ 6.7.6)

ದಿಕ್ಪಲ್ಲಟರಹಿತ ವರ್ಣವಿಭಜನೆಯನ್ನು ಉಂಟುಮಾಡುವ ಪಟ್ಟಕಗಳ ಸಂಯೋಜನೆಯನ್ನು ಹಿತ್ತಾಳೆಕೊಳವೆ A ಯ ಮಧ್ಯಭಾಗದಲ್ಲಿರಿಸಿ, ಕೊಳವೆಯ ಒಂದು ತುದಿಯಲ್ಲಿ



ಚಿತ್ರ 6.7.6 ನೇರನೋಟದ ರೋಹಿತದರ್ಶಕ

ಸಮಾಂತರಕ (C) ವನ್ನೂ ಮತ್ತೊಂದು ತುದಿಯಲ್ಲಿ ದೂರದರ್ಶಕ(T) ವನ್ನು ಸಮಾನಾಕ್ಷದಲ್ಲಿರುವಂತೆ ಅಳವಡಿಸಿದರೆ ನೇರನೋಟದ ರೋಹಿತ ದರ್ಶಕ ತಯಾರಾಗುತ್ತದೆ.

ಸಮಾಂತರಕದ ಕಿರಿದಾದ ಸೀಳುಗಂಡಿ (S) ಯನ್ನು ಪ್ರವೇಶಿಸಿದ ಶ್ವೇತಬೆಳಕಿನ ಕಿರಣಗಳನ್ನು ವರ್ಣರಹಿತ ಸಮಾಂತರಕ ಮಸೂರ (L) ವು ಸಮಾಂತರಗೊಳಿಸುತ್ತದೆ. ಸಮಾಂತರಗೊಂಡ ಶ್ವೇತಬೆಳಕಿನ ಕಿರಣಗಳು ಪಟ್ಟಕ ಸಂಯೋಜನೆಯ ಮೂಲಕ ಹಾದು

ಹೋಗುವಾಗ ದಿಕ್ಪಲ್ಲಟರಹಿತ ವರ್ಣವಿಭಜನೆಗೆ ಒಳಗಾಗುತ್ತವೆ. ನಿರ್ಗಮನ ಕಿರಣಗಳಲ್ಲಿ ಒಂದೇ ಬಣ್ಣದ ಬೆಳಕಿನ ಕಿರಣಗಳೆಲ್ಲ ಒಂದಕ್ಕೊಂದು ಸಮಾಂತರವಾಗಿರುತ್ತವೆ. ಇವು ದೂರದರ್ಶಕದ ವಸ್ತುಕ (O) ದ ಮೇಲೆ ಬಿದ್ದು ಹೊರಬಂದಾಗ VYR ರೂಪದಲ್ಲಿ ಸಂಗಮಗೊಳ್ಳುತ್ತವೆ. ಈ ರೋಹಿತವನ್ನು ವರ್ಧಕಮಸೂರದಂತೆ ವರ್ತಿಸುವ ದೂರದರ್ಶಕದ ನೇತ್ರಕ (E) ದ ಮೂಲಕ ನೋಡಬಹುದು.

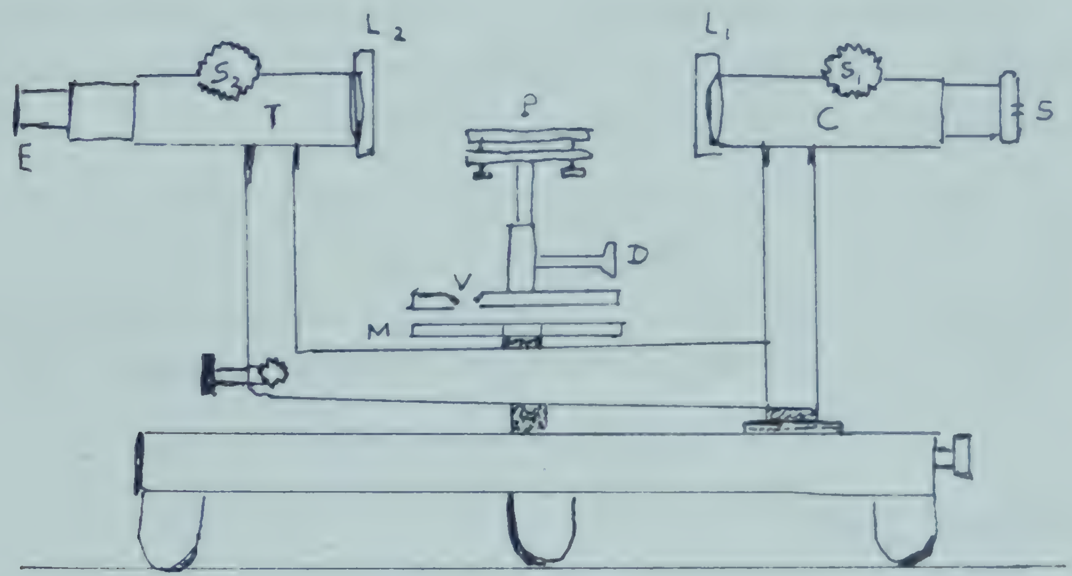
ಕಿಸೆಗಾತ್ರದ ನೇರನೋಟದ ರೋಹಿತದರ್ಶಕಗಳಿಂದ ನಕ್ಷತ್ರಗಳ ರೋಹಿತವನ್ನು ಗುಣಾತ್ಮಕವಾಗಿ ಅಧ್ಯಯನ ಮಾಡಲು ಸಾಧ್ಯ.

ರೋಹಿತಮಾಪಕ (Spectrometer)

ಶುದ್ಧ ರೋಹಿತವನ್ನು ಪಡೆದು, ಅಳತೆಗಳನ್ನು ತೆಗೆದುಕೊಳ್ಳಲು ಉಪಯೋಗಿಸುವ ಸಾಧನ ರೋಹಿತಮಾಪಕ.

ರೋಹಿತಮಾಪಕದಲ್ಲಿ ಮೂರು ಮುಖ್ಯ ಭಾಗಗಳಿವೆ. (1) ಸಮಾಂತರಕ (C) (2) ದೂರದರ್ಶಕ (T) (3) ಪಟ್ಟಕಪೀಠ (P).

ಸಮಾಂತರಕವು (collimator) ಕೊಳವೆಯಾಕಾರದಲ್ಲಿರುತ್ತದೆ. ಅದರ ಒಂದು ತುದಿಯಲ್ಲಿ ಹಿರಿದು ಮತ್ತು ಕಿರಿದು ಮಾಡಬಹುದಾದ ಸೀಳುಗಂಡಿ (S) ಇರುತ್ತದೆ.



ಚಿತ್ರ 6.7.7

ಮತ್ತೊಂದು ತುದಿಯಲ್ಲಿ ವರ್ಣರಹಿತ ಪೀನಮಸೂರ (L_1) ಇರುತ್ತದೆ. ಸೀಳುಗಂಡಿ ಮತ್ತು ಮಸೂರದ ನಡುವಿನ ಅಂತರವನ್ನು S_1 ತಿರುಪಿನ ಸಹಾಯದಿಂದ ಮಸೂರದ ಸಂಗಮದೂರಕ್ಕೆ ಸಮನಾಗುವಂತೆ ಹೊಂದಿಸಬಹುದು. ಸಮಾಂತರಕದ ಅಕ್ಷವು ಕ್ಷಿತಿಜೀಯವಾಗಿರುವಂತೆ ರೋಹಿತಮಾಪಕದ ಒಂದು ಬಾಹುವಿನ ಮೇಲೆ ಅಲ್ಲಾಡದಂತೆ ಸ್ಥಾಪಿಸಲಾಗಿರುತ್ತದೆ. ಸೀಳುಗಂಡಿಯ ಮುಂದಿಡಲಾದ ಆಕರದಿಂದ ಬರುವ ಬೆಳಕಿನ ಕಿರಣಗಳನ್ನು ಸಮಾಂತರಕವು ಸಮಾಂತರಗೊಳಿಸುತ್ತದೆ.

ದೂರದರ್ಶಕ (telescope) ದಲ್ಲಿ ವರ್ಣರಹಿತ ಪೀನಮಸೂರ L_2 ವು ವಸ್ತುಕ. ನೇತ್ರಕ E ದಲ್ಲಿ ಅಡ್ಡತಂತಿಗಳನ್ನು ಅಳವಡಿಸಿರುತ್ತಾರೆ. ವಸ್ತುಕ ಮತ್ತು ನೇತ್ರಕದ ನಡುವಿನ ಅಂತರವನ್ನು S_2 ತಿರುಪನ್ನು ಉಪಯೋಗಿಸಿ ಹೊಂದಿಸಬಹುದು. ಸಮಾಂತರಕದ ಅಕ್ಷದೊಂದಿಗೆ ಸದಾ ಒಂದೇ ಸಮತಲದಲ್ಲಿರುವಂತೆ ದೂರದರ್ಶಕವನ್ನು ಮತ್ತೊಂದು ಬಾಹುವಿನ ಮೇಲೆ ಸ್ಥಾಪಿಸಲಾಗಿರುತ್ತದೆ. ವರ್ತುಳಅಳತೆಪಟ್ಟಿ (ಪ್ರಧಾನ ಅಳತೆಪಟ್ಟಿ)ಯ ಜೋಡಣೆಯುಳ್ಳ ಈ ಬಾಹು ದೂರದರ್ಶಕದ ಜೊತೆಗೆ ಶೃಂಗೀಯ ಅಕ್ಷದ ಸುತ್ತ ತಿರುಗುತ್ತದೆ. ದೂರದರ್ಶಕದ ಬಾಹುವಿನ ಬುಡದಲ್ಲಿರುವ ಹಿಡಿಕಟ್ಟನ್ನು ಬಳಸಿ ದೂರದರ್ಶಕವನ್ನು ಬೇಕೆಂದಕಡೆ ಸ್ಥಿರಗೊಳಿಸಬಹುದು. ಅನಂತರ ಸ್ಪರ್ಶಕ ತಿರುಪು ಬಳಸಿ ದೂರದರ್ಶಕದ ಸೂಕ್ಷ್ಮ ಚಲನೆಯನ್ನು ಮಾಡಬಹುದು.

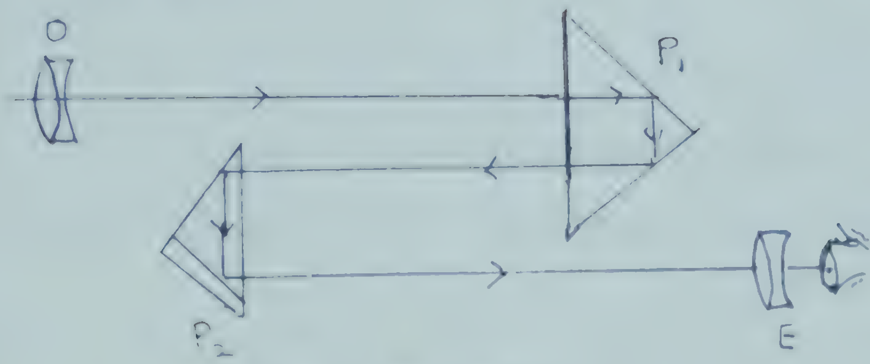
ಪಟ್ಟಕಪೀಠವು ಪಟ್ಟಕವನ್ನಿಡಲು ಇರುವ ವರ್ತುಳಾಕಾರದ ಜಗಲಿ. ದೂರದರ್ಶಕ ತಿರುಗುವ ಅಕ್ಷದಲ್ಲಿ ನೆಡಲಾದ ಸಲಾಕೆಯ ಮೇಲೆ ಪೀಠವಿದೆ. ಪೀಠವು ಶೃಂಗೀಯ ಅಕ್ಷದಲ್ಲಿ ತಿರುಗಬಲ್ಲುದು. ಈ ಅಕ್ಷವನ್ನು ಸಮಾಂತರಕ ಮತ್ತು ದೂರದರ್ಶಕದ ಅಕ್ಷಗಳು ಛೇದಿಸುತ್ತವೆ. ಪೀಠಕ್ಕೆ ಎರಡು ಕೋನೀಯ ವರ್ನಿಯರ್‌ಗಳನ್ನು ಜೋಡಿಸಿದೆ. ಇದು ದೂರದರ್ಶಕದ ಜೊತೆ ಸುತ್ತುವ ಅಳತೆ ಪಟ್ಟಿಗೆ ಸರಿಯಾಗಿ ಹೊಂದಿಕೊಂಡಿರುತ್ತದೆ. ಇವುಗಳಿಂದ ಪೀಠದ ಮತ್ತು ದೂರದರ್ಶಕದ ಸ್ಥಾನವನ್ನು ಅಳೆಯಬಹುದು.

D ತಿರುಪನ್ನು ಉಪಯೋಗಿಸಿ ಪೀಠವನ್ನು ಬೇಕಾದ ಎತ್ತರದಲ್ಲಿ ಸ್ಥಿರಗೊಳಿಸಬಹುದು. ಹಿಡಿಕಟ್ಟನ್ನು ಉಪಯೋಗಿಸಿ ಪಟ್ಟಕ ಪೀಠವನ್ನು ಅಗತ್ಯವಿದ್ದೆಡೆ ಸ್ಥಿರಗೊಳಿಸಬಹುದು. ಸ್ಪರ್ಶಕತಿರುಪು ಬಳಸಿ ಸೂಕ್ಷ್ಮಚಲನೆಯನ್ನು ಮಾಡಬಹುದು.

ಪಟ್ಟಕ ಪೀಠದ ಮೇಲೆ ಅನೇಕ ಸಮಾಂತರ ಗೆರೆಗಳನ್ನು ಎಳೆದಿರುತ್ತಾರೆ. ಇಂಥ ಒಂದು ಗೆರೆಯ ಮೇಲೆ ಪೀಠವನ್ನು ಮಟ್ಟಮಾಡಲು ಉಪಯೋಗಿಸುವ ಎರಡು ತಿರುಪುಗಳಿರುತ್ತವೆ ಮತ್ತು ಇವೆರಡಕ್ಕೂ ಸಮದೂರದಲ್ಲಿ ಮೂರನೆಯ ತಿರುಪು ಇರುತ್ತದೆ. **ಇದನ್ನು ಬಳಸುವ ವಿಧಾನ ಮತ್ತು ಮಾಡಬಹುದಾದ ಪ್ರಯೋಗಗಳ ವಿವರಗಳನ್ನು ಪ್ರಯೋಗ ಕೈಪಿಡಿಯಲ್ಲಿ ಕೊಟ್ಟಿದೆ.**

ಪಟ್ಟಕದುರ್ಬೀನು :

ದುರ್ಬೀನುಗಳು ಕ್ಷೇತ್ರದರ್ಶಕಗಳಾಗಿ ವ್ಯಾಪಕ ಉಪಯೋಗದಲ್ಲಿವೆ. ಇವರಲ್ಲಿ ಒಂದೊಂದು ಕಣ್ಣಿಗೆ ಒಂದೊಂದರಂತೆ ಎರಡು ಖಗೋಳ ದೂರದರ್ಶಕಗಳಿರುತ್ತವೆ. ಪ್ರತಿ ದೂರದರ್ಶಕದಲ್ಲೂ ಎರಡು ಪೂರ್ಣಾಂತರಿಕ ಪ್ರತಿಫಲನ ಪಟ್ಟಕಗಳಿರುತ್ತವೆ. ಇಲ್ಲಿ ಮುಂದೆ ಇರುವ ವಸ್ತುಕ ಮತ್ತು ಹಿಂದೆ ಇರುವ ನೇತ್ರಕ ಎರಡೂ ನಿರ್ವರ್ಣ ಅಭಿಸರಣ ಉಂಟುಮಾಡುವ ಮಸೂರ ಸಂಯೋಜನೆಗಳು. P_1 ಪಟ್ಟಕದ ವಕ್ರೀಭವನ ಅಂಚು ಕ್ಷಿತಿಜೀಯವಾಗಿಯೂ ಮತ್ತು P_2 ಪಟ್ಟಕದ ವಕ್ರೀಭವನ ಅಂಚು ಶೃಂಗೀಯವಾಗಿಯೂ ಇರುವಂತೆ ಅಳವಡಿಸಲಾಗಿರುತ್ತದೆ (ಚಿತ್ರ 6.7.8).



ಚಿತ್ರ 6.7.8 ದುರ್ಬೀನು

ವಸ್ತುಕ O ಉಂಟುಮಾಡುವ ಬಿಂಬ ನೈಜವಾದದ್ದು ಮತ್ತು ತಲೆಕೆಳಗಾದದ್ದು ಆಗಿರುತ್ತದೆ. ಇದನ್ನು P_1 ಮತ್ತು P_2 ಪಟ್ಟಕಗಳು ಮತ್ತೊಮ್ಮೆ ತಲೆಕೆಳಗು ಮಾಡುತ್ತವೆ. ಹೀಗಾಗಿ ಅಂತಿಮಬಿಂಬವು ನೇರ ವರ್ಧಿತ ಬಿಂಬವಾಗಿ ನೇತ್ರಕದ ಮೂಲಕ ಕಾಣಿಸುತ್ತದೆ. ಸಾಧಾರಣ ದೂರದರ್ಶಕಕ್ಕೆ ಹೋಲಿಸಿದರೆ ದುರ್ಬೀನುಗಳು ಅನೇಕ ಅನುಕೂಲಗಳನ್ನು ಹೊಂದಿವೆ :

(i) ಅಂತಿಮಬಿಂಬವು ನೇರವಾಗಿರುತ್ತದೆ.

(ii) ದೃಷ್ಟಿಕ್ಷೇತ್ರವು ತುಂಬಾ ಅಗಲವಾಗಿರುತ್ತದೆ

(iii) ವರ್ಧನಸಾಮರ್ಥ್ಯವು ಅದಕ್ಕಿಂತ ಮೂರರಷ್ಟು ಉದ್ದವಾದ ದೂರದರ್ಶಕದಷ್ಟಿರುತ್ತದೆ.

(iv) ಗಾತ್ರ ಮತ್ತು ತೂಕ ಕಡಿಮೆ.

ಅಭ್ಯಾಸ

ಒಂದು ಅಂಕದ ಪ್ರಶ್ನೆಗಳು

1. ದೃಕ್‌ಕೋನವೆಂದರೇನು ?

2. ಸ್ಪಷ್ಟದೃಷ್ಟಿಯ ಕನಿಷ್ಠದೂರವೆಂದರೇನು ?

3. ದೃಷ್ಟಿಸೂಕ್ಷ್ಮತೆ ಎಂದರೇನು ? ಮಾನವನ ಕಣ್ಣಿಗೆ ಅನ್ವಯಿಸಿದಂತೆ ಇದು ಎಷ್ಟಿರುತ್ತದೆ ?

4. ಸರಳ ಸೂಕ್ಷ್ಮದರ್ಶಕದಲ್ಲಿ ವಸ್ತು ಎಲ್ಲಿರಬೇಕು ? ಪ್ರತಿಬಿಂಬದ ಲಕ್ಷಣವೇನು ?

5. ವರ್ಧನಸಾಮರ್ಥ್ಯವೆಂದರೇನು ?

6. ಖಗೋಳ ದೂರದರ್ಶಕದ ವೈಶಿಷ್ಟ್ಯವೇನು ?

7. ಗೆಲಿಲಿಯೋ ದೂರದರ್ಶಕದ ವೈಶಿಷ್ಟ್ಯವೇನು ?

8. ನೇರನೋಟದ ರೋಹಿತದರ್ಶಕವನ್ನು ಅವಲಂಬಿಸಿರುವ ತತ್ವ ಯಾವುದು ?

9. ರೋಹಿತಮಾಪಕದ ಪ್ರಧಾನ ಭಾಗಗಳನ್ನು ಹೆಸರಿಸಿ.

10. ಪಟ್ಟಕದುರ್ಬೀನಿನ ಅನುಕೂಲಗಳನ್ನು ಹೆಸರಿಸಿ.

ಎರಡು ಅಂಕಗಳ ಪ್ರಶ್ನೆಗಳು

1. 'ದೃಕ್‌ಕೋನ' ಮತ್ತು 'ದೃಷ್ಟಿಸೂಕ್ಷ್ಮತೆ'ಯನ್ನು ವಿವರಿಸಿ.

2. ಸರಳ ಸೂಕ್ಷ್ಮದರ್ಶಕದ ಕಿರಣ ಚಿತ್ರವನ್ನು ಬರೆಯಿರಿ. ವರ್ಧನಸಾಮರ್ಥ್ಯಕ್ಕೆ ಸೂತ್ರ ಬರೆಯಿರಿ.

3. ಸಂಯುಕ್ತ ಸೂಕ್ಷ್ಮದರ್ಶಕದ ಕಿರಣ ಚಿತ್ರ ಬರೆಯಿರಿ.

4. ಖಗೋಳ ದೂರದರ್ಶಕದ ಕಿರಣ ಚಿತ್ರ ಬರೆಯಿರಿ.

5. ಗೆಲಿಲಿಯೋ ದೂರದರ್ಶಕದ ಕಿರಣ ಚಿತ್ರ ಬರೆಯಿರಿ. ಎರಡು ಮಸೂರಗಳ ನಡುವಿನ ದೂರ ಎಷ್ಟಿರಬೇಕು?

6. ನೇರನೋಟದ ರೋಹಿತದರ್ಶಕವು ಕೆಲಸಮಾಡುವ ಸೂತ್ರಬರೆದು ಚಿತ್ರ ಸಹಿತ ವಿವರಿಸಿ.

7. ಪಟ್ಟಕ ದುರ್ಬೀನಿನ ಕಿರಣ ಚಿತ್ರ ಬರೆಯಿರಿ.

ನಾಲ್ಕು ಅಂಕಗಳ ಪ್ರಶ್ನೆಗಳು

1. ಸಂಯುಕ್ತ ಸೂಕ್ಷ್ಮದರ್ಶಕದ ನಿರ್ಮಾಣ ವಿಧಾನವನ್ನು ಚಿತ್ರ ಸಹಿತ ವಿವರಿಸಿ. ಇದನ್ನು ಸರಳ ಸೂಕ್ಷ್ಮದರ್ಶಕದೊಡನೆ ಹೋಲಿಸಿ.

2. ಖಗೋಳ ದೂರದರ್ಶಕದ ನಿರ್ಮಾಣವಿಧಾನವನ್ನು ಚಿತ್ರಸಹಿತ ವಿವರಿಸಿ. ಇದನ್ನು ಗೆಲಿಲಿಯೋ ದೂರದರ್ಶಕದೊಂದಿಗೆ ಹೋಲಿಸಿ.

3. ನೇರನೋಟದ ರೋಹಿತದರ್ಶಕವನ್ನು ವಿವರಿಸಿ.

4. ರೋಹಿತಮಾಪಕದ ನಿರ್ಮಾಣವನ್ನು ಚಿತ್ರಸಹಿತ ವಿವರಿಸಿ.

6.8 ಪ್ರಕಾಶ ಮಾಪನ

ಎಲ್ಲಿಯೇ ಆಗಲಿ, ಯಾವುದೇ ಕೆಲಸ ಮಾಡಲು ಸರಿಪ್ರಮಾಣದ ಬೆಳಕಿರಬೇಕು. ಬೆಳಕು ಹೆಚ್ಚಿದ್ದರೂ ಕಷ್ಟ, ಕಡಿಮೆ ಇದ್ದರೂ ಕಷ್ಟ. ಕಾರ್ಖಾನೆಗಳು, ಕಛೇರಿಗಳು, ರಸ್ತೆಗಳು ಇತ್ಯಾದಿಗಳನ್ನು ಕೆಲಸಕ್ಕೆ ತೊಂದರೆಯಾಗದಂತೆ ಬೆಳಗಿಸುವುದು ಹೇಗೆ? ಆಗತ್ಯವಾದ ಬೆಳಕನ್ನು ಲೆಕ್ಕಾಚಾರ ಮಾಡುವುದು ಹೇಗೆ? ಎಷ್ಟು ಸಾಮರ್ಥ್ಯದ ದೀಪವನ್ನು ಎಷ್ಟು ದೂರದಲ್ಲಿರಿಸಿದರೆ ಸರಿಪ್ರಮಾಣದ ಬೆಳಕು ಉಂಟಾಗುತ್ತದೆ? ಇವೇ ಮುಂತಾದ ಪ್ರಶ್ನೆಗಳು ದೀಪನ ಇಂಜಿನಿಯರುಗಳನ್ನು ಕಾಡುತ್ತವೆ. ಇವುಗಳನ್ನು ಪರಿಹರಿಸಲು ಕೆಲವೊಂದು ಭೌತಪರಿಮಾಣಗಳನ್ನು ವೈಜ್ಞಾನಿಕವಾಗಿ ಮಾಪನ ಮಾಡುವುದು ತೀರ ಅಗತ್ಯವಾಗುತ್ತದೆ. ಈ ವಿಭಾಗಕ್ಕೆ ಪ್ರಕಾಶಮಾಪನ ಅಥವಾ ದ್ಯುತಿಮಾಪನವೆಂದು ಹೆಸರು.

ದ್ಯುತಿಮಾಪನವು ಬೆಳಕಿನ ಆಕರಗಳ ದೀಪ್ತತೀಕ್ಷ್ಣತೆ ಮತ್ತು ಮೇಲ್ಮೈಗಳ ದೀಪನವನ್ನು ಹೋಲಿಸುವ ಹಾಗೂ ಮಾಪನಮಾಡುವ ಭೌತವಿಜ್ಞಾನದ ಒಂದು ವಿಭಾಗ.

ದ್ಯುತಿಮಾಪಕವು ವಿವಿಧ ಬೆಳಕಿನ ಆಕರಗಳ ದೀಪ್ತತೀಕ್ಷ್ಣತೆಯನ್ನು ಹೋಲಿಸಲು ಉಪಯೋಗಿಸುವ ಉಪಕರಣ.

ಬೆಳಕಿನ ಆಕರದಿಂದ ಏಕಮಾನ ದೂರದಲ್ಲಿರಿಸಿದ ಮೇಲ್ಮೈನ ಏಕಮಾನ ವಿಸ್ತೀರ್ಣದ ಮೇಲೆ ಪ್ರತಿ ಸೆಕೆಂಡಿನಲ್ಲಿ ಲಂಬವಾಗಿ ಪತನವಾಗುವ ಬೆಳಕಿನ ಶಕ್ತಿಯ ಪರಿಮಾಣವನ್ನು ದೀಪ್ತತೀಕ್ಷ್ಣತೆ ಎಂದು ಕರೆಯಲಾಗುತ್ತದೆ.

ದೀಪ್ತ ತೀಕ್ಷ್ಣತೆಯನ್ನು **ಕ್ಯಾಂಡಲ್‌ಪವರ್** ಎಂಬ ಏಕಮಾನದಿಂದ ಅಳೆಯಲಾಗುತ್ತಿತ್ತು. 1948 ರಲ್ಲಿ ಹೊಸ ಅಂತರ ರಾಷ್ಟ್ರೀಯ ಏಕಮಾನವಾಗಿ **ಕ್ಯಾಂಡೆಲಾ**ವನ್ನು ಒಪ್ಪಿಕೊಳ್ಳಲಾಯಿತು.

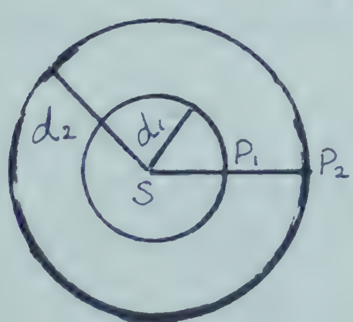
ಪ್ಲಾಟಿನಂನ ಘನೀಕರಣ ಬಿಂದು (1773° C) ವಿನ ಉಷ್ಣತೆಯಲ್ಲಿ ಇರಿಸಿದ ಕಪ್ಪು ಕಾಯವೊಂದರ ಚದರ ಮೀಟರ್ ವಿಸ್ತೀರ್ಣದ ಮೇಲ್ಮೈನ ದೀಪ್ತ ತೀಕ್ಷ್ಣತೆಯ ಆರು ಲಕ್ಷದಲ್ಲಿ ಒಂದು ಭಾಗವನ್ನು ಕ್ಯಾಂಡೆಲಾ ಎನ್ನಲಾಗುತ್ತದೆ.

ಒಂದು ಬಿಂದುವನ್ನು ಸುತ್ತುವರಿದ ಏಕಮಾನ ವಿಸ್ತೀರ್ಣದ ಮೇಲೆ ಒಂದು ಸೆಕೆಂಡಿನಲ್ಲಿ ಲಂಬವಾಗಿ ಪತನವಾಗುವ ಬೆಳಕಿನ ಶಕ್ತಿಯ ಪ್ರಮಾಣಕ್ಕೆ ದೀಪನ ಎಂದು ಹೆಸರು.

ಒಂದು ಆಕರವು, ಒಂದು ಬಿಂದುವಿನಲ್ಲಿ ಉಂಟುಮಾಡುವ ದೀಪನ, ಈ ಕೆಳಕಂಡ ಅಂಶಗಳನ್ನು ಅವಲಂಬಿಸಿದೆ.

(i) **ಆಕರದ ದೀಪ್ತ ತೀಕ್ಷ್ಣತೆ** (L) : ತೆರೆಯ ಮೇಲೆ ಕಿರಣಗಳು ಲಂಬವಾಗಿ ಪತನವಾಗುವಂತೆ ಆಕರವನ್ನು ನಿರ್ದಿಷ್ಟ ದೂರದಲ್ಲಿ ಇರಿಸಿ, ಹೆಚ್ಚು ಹೆಚ್ಚು ಸಾಮರ್ಥ್ಯದ ಬಲ್ಬುಗಳನ್ನು ಒಂದಾದ ಮೇಲೆ ಒಂದರಂತೆ ಉರಿಸುತ್ತಾ ಹೋದರೆ ತೆರೆಯ ಮೇಲಿನ ದೀಪನವು ಹೆಚ್ಚುತ್ತಾ ಹೋಗುತ್ತದೆ. ಆದ್ದರಿಂದ ಒಂದು ಆಕರದಿಂದ ಉಂಟಾಗುವ ದೀಪನವು (I) ಅದರ ದೀಪ್ತತೀಕ್ಷ್ಣತೆಯನ್ನು (L) ನೇರವಾಗಿ ಅವಲಂಬಿಸಿದೆ. ಅಂದರೆ, $I \alpha L$

(ii) **ಬೆಳಕಿನ ವಿಲೋಮವರ್ಗನಿಯಮ : ಒಂದು ಬಿಂದುವಿನಲ್ಲಿ ಒಂದು ಆಕರದಿಂದ ಉಂಟಾಗುವ ದೀಪನವು ಬಿಂದು ಮತ್ತು ಆಕರದ ನಡುವಿನ ದೂರದ ವರ್ಗಕ್ಕೆ ವಿಲೋಮವಾಗಿರುತ್ತದೆ.**



ಚಿತ್ರ 6.8.1

ಬಿಂದು ರೂಪದ ಆಕರ (S) ದಿಂದ P_1 ಮತ್ತು P_2 ಬಿಂದುಗಳು d_1 ಮತ್ತು d_2 ದೂರದಲ್ಲಿವೆ. S ಬಿಂದುವನ್ನು ಕೇಂದ್ರವಾಗಿರಿಸಿಕೊಂಡು, d_1 ಮತ್ತು d_2 ತ್ರಿಜ್ಯದ ಎರಡು ಏಕಕೇಂದ್ರೀಯ ಗೋಲಗಳನ್ನು ಕಲ್ಪಿಸಿಕೊಳ್ಳೋಣ.

S ಆಕರವು ಒಂದು ಸೆಕೆಂಡಿನಲ್ಲಿ Q ಪ್ರಮಾಣದ ಬೆಳಕಿನ ಶಕ್ತಿಯನ್ನು ಉತ್ಸರ್ಜಿಸುತ್ತದೆ. ಈ ಎಲ್ಲ ಶಕ್ತಿಯು ಲಂಬವಾಗಿ ಮತ್ತು ಏಕರೂಪವಾಗಿ P_1 ಬಿಂದುವಿನಿಂದ ಹಾದುಹೋಗುತ್ತಿರುವ, $4\pi d_1^2$ ವಿಸ್ತೀರ್ಣವುಳ್ಳ, ಕಲ್ಪಿತ ಗೋಳದ ಒಳಮೇಲ್ಮೈಮೇಲೆ ಪತನವಾಗುತ್ತಿದೆ.

$\therefore P_1$ ಬಿಂದುವನ್ನು ಸುತ್ತುವರಿದ ಏಕಮಾನ ವಿಸ್ತೀರ್ಣದ ಮೇಲ್ಮೈಮೇಲೆ ಒಂದು ಸೆಕೆಂಡಿನಲ್ಲಿ ಪತನವಾಗುತ್ತಿರುವ ಶಕ್ತಿಯ ಪರಿಮಾಣ $= \dfrac{Q}{4\pi d_1^2}$

$$\therefore P_1 \text{ ನಲ್ಲಿ ದೀಪನ } I_1 = \frac{Q}{4\pi d_2^2} \qquad \text{-----6.8.1}$$

ಇದೇ ರೀತಿಯಾಗಿ Q ಶಕ್ತಿಯು P_2 ಮೂಲಕ ಹಾದು ಹೋಗುತ್ತಿರುವ $4\pi d_2^2$ ವಿಸ್ತೀರ್ಣವುಳ್ಳ ಕಲ್ಪಿತ ಗೋಳದ ಒಳಮೇಲ್ಮೈಮೇಲೆ ಪತನವಾಗುತ್ತಿದೆ.

$$\therefore P_2 \text{ ನಲ್ಲಿ ದೀಪನ } I_2 = \frac{Q}{4\pi d_1^2} \qquad \text{-----6.8.2}$$

6.8.1 ಮತ್ತು 6.8.2 ರಿಂದ $\dfrac{I_1}{I_2} = \dfrac{d_2^2}{d_1^2}$ ----- 6.8.3

ಅಂದರೆ, $I \; \alpha \; \dfrac{1}{d^2}$

ಇಲ್ಲಿ I ಯಾವುದೇ ಆಕರ ತೆರೆಯ ಮೇಲೆ ಉಂಟುಮಾಡಿದ ದೀಪನ ; d ಆಕರ ಮತ್ತು ತೆರೆಯ ನಡುವಿನ ದೂರ.

ಆದ್ದರಿಂದ ಒಂದು ಆಕರ ಉಂಟುಮಾಡುವ ದೀಪನವು ಬಿಂದು ಮತ್ತು ಆಕರದ ನಡುವಿನ ದೂರದ ವರ್ಗಕ್ಕೆ ವಿಲೋಮವಾಗಿರುತ್ತದೆ. ಇದನ್ನು ಬೆಳಕಿನ ವಿಲೋಮ ವರ್ಗ ನಿಯಮ ಎಂದು ಕರೆಯಲಾಗುತ್ತದೆ.

(iii) ವಾರೆಮೇಲ್ಮೈ ಮೇಲೆ ದೀಪನ: S ಬಿಂದು ರೂಪದ ಆಕರ. PQ ವಾರೆ ಮೇಲ್ಮೈ. ವಿಸ್ತೀರ್ಣ A. ಕಿರಣದೊಂದಿಗೆ PQ ಮೇಲ್ಮೈ θ ಪ್ರವಣತೆಯನ್ನು ಹೊಂದಿದೆ (ಚಿತ್ರ 6.8.2) PQ ಮೇಲ್ಮೈ ಮೇಲೆ Q ಪರಿಮಾಣದ ಬೆಳಕಿನ ಶಕ್ತಿ ಪತನವಾಗುತ್ತಿದೆ.



ಚಿತ್ರ 6.8.2

∴ PQ ಮೇಲಿನ ದೀಪನ

$$I^1 = \frac{Q}{A} \qquad \text{-------6.8.4}$$

PR ಮೇಲ್ಮೈ ಕಿರಣಗಳಿಗೆ ಲಂಬವಾಗಿದೆ. PR ಮತ್ತು PQ ಮೇಲ್ಮೈಗಳ ನಡುವಿನ ಪ್ರವಣತೆ θ.

ಛೇದನ PR ನ ವಿಸ್ತೀರ್ಣ = A Cos θ

∴ PR ಮೇಲಿನ ದೀಪನ, $I = \frac{Q}{A\cos\theta} = \frac{I^1}{\cos\theta}$

ಅಥವಾ $I^1 = I\cos\theta$

ಆದ್ದರಿಂದ ವಾರೆಮೇಲ್ಮೈ ಮೇಲಿನ ದೀಪನವು ಕಿರಣಗಳಿಗೆ ಲಂಬವಾಗಿರುವ ಮೇಲ್ಮೈಮೇಲಿನ ದೀಪನ ಮತ್ತು ಪತನಕಿರಣಗಳಿಗೆ ಎಳೆದ ಲಂಬವು ವಾರೆ ಮೇಲ್ಮೈನೊಂದಿಗೆ ಮಾಡುವ ಕೋನದ ಕೊಸೈನ್‌ನ ಗುಣಲಬ್ಧವಾಗಿರುತ್ತದೆ. ಇದನ್ನು ಲ್ಯಾಂಬರ್ಟ್ ಕೋಸೈನ್ ನಿಯಮ ಎಂದು ಕರೆಯಲಾಗುತ್ತದೆ.

ದೀಪ್ತ ಹೊನಲು : ಬೆಳಕು ಶಕ್ತಿಯ ಒಂದು ರೂಪ. **ಒಂದು ಸೆಕೆಂಡಿನಲ್ಲಿ ಏಕಮಾನ ವಿಸ್ತೀರ್ಣದ ಮೂಲಕ ಲಂಬವಾಗಿ ಹರಿದುಹೋಗುವ ಬೆಳಕಿನ ಶಕ್ತಿಯ ಪರಿಮಾಣಕ್ಕೆ ದೀಪ್ತಹೊನಲು ಎನ್ನಲಾಗುತ್ತದೆ.**

ದೀಪ್ತ ಹೊನಲುವಿನ ಏಕಮಾನ **ಲುಮೆನ್** (Lumen)

ಎಲ್ಲಾ ದಿಕ್ಕುಗಳಲ್ಲು ಏಕರೂಪವಾಗಿ ಬೆಳಕನ್ನು ಉತ್ಸರ್ಜಿಸುವ ಒಂದು ಕ್ಯಾಂಡೆಲಾ ಬಿಂದುರೂಪದ ಆಕರವನ್ನು ಏಕಮಾನ ತ್ರಿಜ್ಯವುಳ್ಳ ಗೋಳದ ಕೇಂದ್ರದಲ್ಲಿ ಇರಿಸಿದಾಗ, ಗೋಳದ ಏಕಮಾನ ವಿಸ್ತೀರ್ಣದ ಮೇಲೆ ಒಂದು ಸೆಕೆಂಡಿನಲ್ಲಿ ಬೀಳುವ ಬೆಳಕಿನ ಶಕ್ತಿಯ ಪರಿಮಾಣವನ್ನು ಒಂದು ಲುಮೆನ್ ಎನ್ನಲಾಗುತ್ತದೆ.

ಏಕಮಾನ ತ್ರಿಜ್ಯವುಳ್ಳ ಗೋಲದ ವಿಸ್ತೀರ್ಣ 4π ಚದರ ಏಕಮಾನವಾಗಿರುತ್ತದೆ. ಆದ್ದರಿಂದ ಗೋಳದ ಒಳಮೇಲ್ಮೈಮೇಲೆ ಒಂದು ಸೆಕೆಂಡಿನಲ್ಲಿ ಬೀಳುವ ಬೆಳಕಿನ ಶಕ್ತಿಯ ಒಟ್ಟು ಪರಿಮಾಣವು 4π ಲುಮೆನ್ ಆಗಿರುತ್ತದೆ. ಜೊತೆಗೆ ಇದು ಆಕರವು ಒಂದು ಸೆಕೆಂಡಿನಲ್ಲಿ ಉತ್ಸರ್ಜಿಸುವ ಬೆಳಕಿನ ಶಕ್ತಿಗೆ ಸಮನಾಗಿರುತ್ತದೆ.

ದೀಪನದ ಏಕಮಾನಗಳು : ಮೇಲ್ಮೈಮೇಲೆ ಲಂಬವಾಗಿರುವ ದೀಪನವನ್ನು ಒಂದು ಚದರ ವಿಸ್ತೀರ್ಣಕ್ಕೆ ಇಂತಿಷ್ಟು ಲುಮೆನ್ ಎಂಬುದಾಗಿ ಅಳೆಯಲಾಗುತ್ತದೆ (ಲುಮೆನ್ / ಚದರ ವಿಸ್ತೀರ್ಣ).

CGS ವ್ಯವಸ್ಥೆಯಲ್ಲಿ ದೀಪನದ ಏಕಮಾನವನ್ನು **ಫೋಟ್** ಅಥವಾ **ಸೆಂಟಿಮೀಟರ್ ಕ್ಯಾಂಡಲ್** ಎನ್ನುತ್ತೇವೆ.

ಬೆಳಕಿನ ಹೊನಲಿಗೆ ಲಂಬವಾಗಿರುವ ಪ್ರತಿಚದರ ಸೆಂಟಿಮೀಟರ್ ವಿಸ್ತೀರ್ಣದ ಮೇಲ್ಮೈಮೇಲೆ ಒಂದು ಲುಮೆನ್ ದೀಪ್ತಹೊನಲು ಬೀಳುತ್ತಿದ್ದರೆ ಆಗ ಮೇಲ್ಮೈಮೇಲಿನ ದೀಪನ ಒಂದು ಫೋಟ್ ಅಥವಾ ಸೆಂಟಿಮೀಟರ್ ಕ್ಯಾಂಡಲ್ ಆಗುತ್ತದೆ.

ಫೋಟ್ ತುಂಬಾ ದೊಡ್ಡ ಏಕಮಾನ. ಆದ್ದರಿಂದ ಮೀಟರ್ ಕ್ಯಾಂಡಲ್ ಮತ್ತು ಅಡಿಕ್ಯಾಂಡಲ್ ಎಂಬ ಚಿಕ್ಕ ಏಕಮಾನಗಳು ಪ್ರಾಯೋಗಿಕ ಉಪಯೋಗದಲ್ಲಿವೆ.

SI ಮಾನದಲ್ಲಿ ಮೀಟರ್ ಕ್ಯಾಂಡಲನ್ನು ಲಕ್ಸ್ ಎಂದೂ ಕರೆಯುತ್ತಾರೆ. ಒಂದು ಮೀಟರ್ ತ್ರಿಜ್ಯವುಳ್ಳ ಗೋಳದ ಕೇಂದ್ರದಲ್ಲಿ ಒಂದು ಕ್ಯಾಂಡೆಲಾ ಆಕರವನ್ನು ಇರಿಸಿದಾಗ ಗೋಳದ ಒಳ ಮೈ ಮೇಲೆ ಉಂಟಾಗುವ ದೀಪನವನ್ನು ಒಂದು ಮೀಟರ್ ಕ್ಯಾಂಡೆಲಾ ಅಥವಾ ಲಕ್ಸ್ ಎನ್ನಲಾಗುತ್ತದೆ. ಇದು ಒಂದು ಲುಮೆನ್ ದೀಪ್ತಹೊನಲು ಲಂಬವಾಗಿ ಒಂದು ಚದರಮೀಟರ್ ವಿಸ್ತೀರ್ಣದ ಮೇಲೆ ಬೀಳುವಾಗ ಉಂಟಾಗುವ ದೀಪನ ಎಂದೂ ಹೇಳಬಹುದು.

FPS ಮಾನದಲ್ಲಿ ಒಂದು ಅಡಿ ತ್ರಿಜ್ಯವುಳ್ಳ ಗೋಳದ ಕೇಂದ್ರದಲ್ಲಿ ಒಂದು ಕ್ಯಾಂಡಲ್‌ಪವರ್ ಆಕರವನ್ನು ಇರಿಸಿದಾಗ ಗೋಳದ ಒಳಮೈಮೇಲೆ ಉಂಟಾಗುವ ದೀಪನವನ್ನು ಒಂದು ಅಡಿ ಕ್ಯಾಂಡಲ್ ಎನ್ನಲಾಗುತ್ತದೆ. ಇದು ಒಂದು ಲುಮೆನ್ ದೀಪ್ತಹೊನಲು ಲಂಬವಾಗಿ ಒಂದು ಚದರ ಅಡಿ ವಿಸ್ತೀರ್ಣದ ಮೇಲೆ ಉಂಟುಮಾಡುವ ದೀಪನ ಎಂದೂ ಹೇಳಬಹುದು.

ಸರಾಗವಾಗಿ ಓದಲು ಅಗತ್ಯವಾದ ದೀಪನ ಸುಮಾರು 20 ಅಡಿಕ್ಯಾಂಡಲ್‌ಗಳೆಂದು ಲೆಕ್ಕಹಾಕಲಾಗಿದೆ. ಹಗಲಿನ 12 ಗಂಟೆಯಲ್ಲಿ ಸೂರ್ಯನು ಭೂಮಿಯ ಮೇಲ್ಮೈಮೇಲೆ ಬೀರುವ ದೀಪನ 10,000 ಅಡಿ ಕ್ಯಾಂಡಲ್‌ನಷ್ಟಿರುತ್ತದೆ. ಅದೇ ಪೂರ್ಣಿಮೆಯ ರಾತ್ರಿ ಚಂದ್ರನ ಬೆಳಕಿನ ದೀಪನ 0.036 ಅಡಿ ಕ್ಯಾಂಡಲ್ ಇರುತ್ತದೆ.

ಪ್ರಕಾಶಮಾಪನ ತತ್ವ

ಒಂದು ಬಿಂದುವಿನಲ್ಲಿ ಉಂಟಾಗುವ ದೀಪನವು ಆಕರದ ದೀಪ್ತತೀಕ್ಷ್ಣತೆಯನ್ನು ನೇರವಾಗಿ ಅವಲಂಬಿಸಿದೆ ಮತ್ತು ಆಕರಬಿಂದುವಿನ ದೂರದ ವರ್ಗಕ್ಕೆ ವಿಲೋಮವಾಗಿದೆ. ಆದ್ದರಿಂದ L ದೀಪ್ತ ತೀಕ್ಷ್ಣತೆಯುಳ್ಳ ಆಕರವನ್ನು ತೆರೆಯಿಂದ d ದೂರದಲ್ಲಿರಿಸಿದಾಗ ಉತ್ಪನ್ನವಾಗುವ ದೀಪನ $I = \frac{L}{d^2}$

ಈಗಾಗಲೇ ತಿಳಿದುಕೊಂಡಿರುವಂತೆ ದ್ಯುತಿಮಾಪನದಲ್ಲಿ ಎರಡು ಆಕರಗಳ ದೀಪ್ತತೀಕ್ಷ್ಣತೆಯನ್ನು ಹೋಲಿಸಲಾಗುತ್ತದೆ.

L_1 ಮತ್ತು L_2 ದೀಪ್ತತೀಕ್ಷ್ಣತೆಯುಳ್ಳ ಎರಡು ಆಕರಗಳು ತೆರೆಯಿಂದ ಅನುಕ್ರಮವಾಗಿ d_1 ಮತ್ತು d_2 ದೂರದಲ್ಲಿದ್ದು ಒಂದೇ ದೀಪನ I ಯನ್ನು ಉಂಟುಮಾಡಿದರೆ ;

$$\therefore \quad \frac{L_1}{d^2_1} = \frac{L_2}{d^2_2}$$

$$\text{ಆಗ, } I = \frac{L_1}{L_2} = \frac{d^2_1}{d^2_2}$$

ವಿವಿಧ ಮೂಲಗಳ ದೀಪ್ತತೀಕ್ಷ್ಣತೆಗಳನ್ನು ಹೋಲಿಸಲು ಪ್ರಕಾಶಮಾಪಕಗಳೆಂಬ ಸಲಕರಣೆಗಳನ್ನು ಬಳಸಲಾಗುತ್ತದೆ. ಎರಡು ದ್ಯುತಿಮೂಲಗಳು ಒಂದೆಡೆಯಲ್ಲಿ ಸಮಪ್ರಕಾಶಗಳನ್ನು ಉತ್ಪತ್ತಿಮಾಡಿದಾಗ ಅವು ಸಾಮ್ಯಗೊಳಿಸಲ್ಪಟ್ಟಿವೆಯೆಂದರ್ಥ. ಪ್ರಕಾಶಮಾಪಕಗಳನ್ನು ಈ ರೀತಿ ಸಾಮ್ಯಗೊಳಿಸಿ ದೀಪ್ತತೀಕ್ಷ್ಣತೆಯನ್ನು ಹೋಲಿಸಲಾಗುತ್ತದೆ.

ಉದಾಹರಣೆಗಳು

1. ಒಂದು ಆಕರದ ದೀಪ್ತತೀಕ್ಷ್ಣತೆ 100 ಕ್ಯಾಂಡಲ್. ಇದರಿಂದ ಎಷ್ಟು ದೂರದಲ್ಲಿ 4 ಅಡಿ ಕ್ಯಾಂಡಲ್ ದೀಪನ ಉಂಟಾಗುತ್ತದೆ.

$L = 100\text{cd}$
$I = 4 \text{ ft. cd.}$
$d = ?$

$$I = \frac{L}{d^2}$$

$$4 = \frac{100}{d^2} \qquad d^2 = 25 \qquad d = 5 \text{ ft.}$$

2. ಒಂದು ದೀಪವು 6 ಅಡಿ ಕ್ಯಾಂಡಲ್‌ನಷ್ಟು ದೀಪನವನ್ನು 2 ಅಡಿ ದೂರದಲ್ಲಿರುವ ಮೇಲ್ಮೈ ಮೇಲೆ ಉಂಟುಮಾಡುತ್ತದೆ. ಅದರ ದೀಪ್ತತೀಕ್ಷ್ಣತೆ ಎಷ್ಟು? ಅದು 4 ಅಡಿ ದೂರದಲ್ಲಿ ಉಂಟುಮಾಡುವ ದೀಪನ ಎಷ್ಟು?

$$I_1 = \frac{L}{d_1^2} \; ; \quad 6 = \frac{L}{2^2} \qquad \therefore L = 24 \text{ cd}$$

$I_2 = ?$
$d_2 = 4 \text{ ft.}$
$L = 24 \text{ cd}$

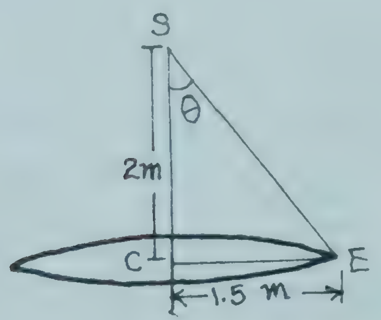
ದೀಪ್ತತೀಕ್ಷ್ಣತೆ = 24cd.

ಇದೇ ದೀಪವು 4 ಅಡಿ ದೂರದಲ್ಲಿ ಉಂಟುಮಾಡುವ ದೀಪನ

$I_1 = 6 \text{ ft. cd}$
$d_1 = 2 \text{ ft.}$
$L = ?$

$$I_2 = \frac{L}{d_2^2} = \frac{24}{4^2} = \frac{24}{16} = \frac{3}{2} = 1.5 \text{ ft.cd..}$$

3 . 4m ವ್ಯಾಸದ ವೃತ್ತಾಕಾರದ ಮೇಜಿನ ಕೇಂದ್ರದಿಂದ 2m ಎತ್ತರದಲ್ಲಿ ಒಂದು ಬೆಳಕಿನ ಆಕರವಿದೆ. ಮೇಜಿನ ಕೇಂದ್ರ ಮತ್ತು ಅಂಚಿನಲ್ಲಿ ಉಂಟಾಗುವ ದೀಪನವನ್ನು ಹೋಲಿಸಿ.



$SE^2 = SC^2 + CE^2$

$= 4 + 4$

$= 8$

$SE = \sqrt{8}$

$= 2\sqrt{2}$

ಲ್ಯಾಂಬರ್ಟ್ ನಿಯಮದ ಪ್ರಕಾರ $I = \frac{L \cos\theta}{d^2}$

ಕೇಂದ್ರದಲ್ಲಿ ದೀಪನ $I_c = \frac{L}{2^2} = \frac{1}{4}$

ಅಂಚಿನಲ್ಲಿ ದೀಪನ $I_E = \frac{L \cos\theta}{(\sqrt{8})^2} = \frac{L}{8} \times \frac{1}{\sqrt{2}}$

$\therefore \quad \frac{Ic}{I_E} = 2\sqrt{2}$

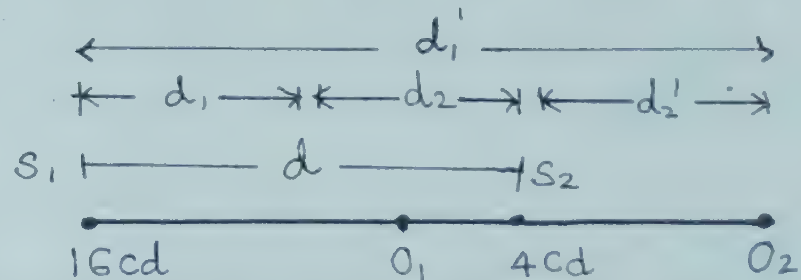
4 . 2m ಅಂತರದಲ್ಲಿ 16 ಕ್ಯಾಂಡಲ್ ಮತ್ತು 4 ಕ್ಯಾಂಡಲ್ ದೀಪಗಳನ್ನು ಇಟ್ಟಿದೆ. ಯಾವ ಬಿಂದುವಿನಲ್ಲಿ ದೀಪಗಳು ಒಂದೇ ದೀಪನವನ್ನು ಉಂಟುಮಾಡುತ್ತವೆ ಕಂಡುಹಿಡಿಯಿರಿ.

$L_1 = 16cd$

$L_2 = 4\ cd$

$d = 2m$

$d = d_1 + d_2$



S_1 ಮತ್ತು S_2 ಎರಡು ದೀಪಗಳು O_1 ಮತ್ತು O_2 ಬಿಂದುಗಳಲ್ಲಿ ದೀಪನವು ಒಂದೇ ಆಗಿರುತ್ತದೆ. O_1 ಒಳಬಿಂದು ಹೊರಬಿಂದು O_2

$S_1O_1 = d_1 \,;\; S_2O_1 = d_2$

ಒಳಬಿಂದುವಿನಲ್ಲಿ O_1 ದೀಪನವು ಒಂದೇ ಆಗಿರುವಾಗ

$$\frac{L_1}{d^2_1} = \frac{L_2}{d^2_2}$$

$$\frac{16}{d^2_1} = \frac{4}{(d-d_1)^2}$$ → ವರ್ಗಮೂಲ ತೆಗೆದುಕೊಂಡರೆ

$$\frac{4}{d_1} = \frac{2}{d-d_1}$$ $\therefore 4(d-d_1) = 2d_1$ ಅಥವಾ

$$d_1 \frac{4}{3} = — m$$

$d = d_1 + d_2$ ಆದ್ದರಿಂದ $2 = \frac{4}{3} + d_2$ $d_2 = \frac{2}{3} m$

16cd ದೀಪದಿಂದ $\frac{4}{3}$ m ದೂರದಲ್ಲಿ ದೀಪನವು ಒಂದೇ ಆಗಿರುತ್ತದೆ.

ಹೊರಬಿಂದುವಿನಲ್ಲಿ O_2 ದೀಪನವು ಒಂದೇ ಆಗಿರುವಾಗ

$$\frac{L_1}{(d^1_1)^2} = \frac{L_2}{(d^1_2)^2}$$ ಆದರೆ $d^1_2 = (d^1_1 - 2)$

$$\frac{16}{(d^1_1)^2} = \frac{4}{[(d^1_1)-2]^2}$$

ವರ್ಗಮೂಲ ತೆಗೆದುಕೊಂಡರೆ

$$\frac{4}{d^1_1} = \frac{2}{d^1_1 - 2}$$

$$4 d^1_1 - 8 = 2 d^1_1$$

$2d^1_1 = 8 \quad \therefore d^1_1 = 4m$

16cd ದೀಪದಿಂದ4m ದೂರದಲ್ಲಿ ಕೂಡ ದೀಪನವು ಒಂದೇ ಆಗಿರುತ್ತದೆ.

5. 100cd, 64cd, 36cd, 16cd ದೀಪಗಳನ್ನು ಒಂದು ಚಚ್ಚೌಕದ ನಾಲ್ಕು ಮೂಲೆಗಳಲ್ಲಿ ಸ್ಥಾಪಿಸಲಾಗಿದೆ. ಚಚ್ಚೌಕದ ಭುಜಗಳು $\sqrt{2}$m ಇದ್ದರೆ ಅದರ ಕೇಂದ್ರದಲ್ಲಿ ಉಂಟಾಗುವ ದೀಪನ ಎಷ್ಟು?

ಚಿತ್ರದಲ್ಲಿ ABCD ಚಚ್ಚೌಕ.

O ಅದರ ಕೇಂದ್ರ.

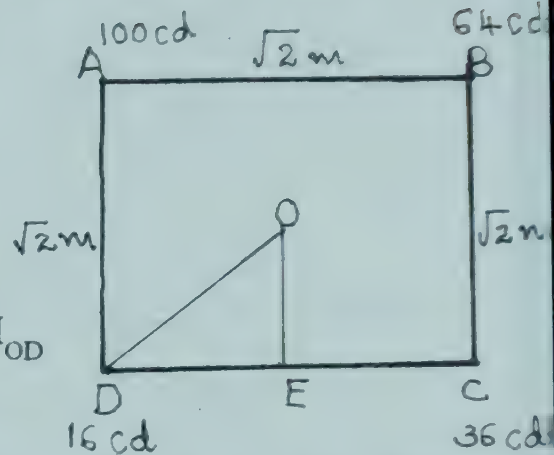
$OD^2 = OE^2 + DE^2$

$= \frac{2}{4} + \frac{2}{4} = 1$

$OD = 1m$

A ನಲ್ಲಿರುವ 100cd ದೀಪದಿಂದ O ನಲ್ಲಿ ಉಂಟಾಗುವ ದೀಪನ,

$I_{OA} = \frac{L_1}{(OA)^2} = \frac{100}{1^2} = 100$ ಲಕ್ಸ್



ಹಾಗೆಯೇ, $I_{OB} = \frac{64}{1^2} = 64$ ಲಕ್ಸ್

$I_{OC} = 36$ ಲಕ್ಸ್ ; $I_{OD} = 16$ ಲಕ್ಸ್

O ನಲ್ಲಿ ಒಟ್ಟು ದೀಪನ $I_{OA} + I_{OB} + I_{OC} + I_{OD}$

$I = 100 + 64 + 36 + 16 = 216$ ಲಕ್ಸ್.

6. ಒಂದು ತೆರೆಯ ಎರಡೂ ಬದಿಯಲ್ಲಿ ಒಂದೊಂದರಂತೆ ಎರಡು ಬೆಳಕಿನ ಆಕರಗಳನ್ನು ತೆರೆಯಿಂದ 0.6m ಮತ್ತು 0.8m ದೂರದಲ್ಲಿ ಇರಿಸಲಾಗಿದೆ. ಕಡಿಮೆ ತೀಕ್ಷ್ಣತೆಯ ಆಕರ ಮತ್ತು ತೆರೆಯ ನಡುವೆ ಒಂದು ಗಾಜಿನ ಫಲಕವನ್ನು ಸೇರಿಸಿದರೆ ಮತ್ತೊಂದು ಆಕರವನ್ನು 0.2m ನಷ್ಟು ದೂರಸರಿಸಿದಾಗ ಮಾತ್ರ ತೆರೆಯ ಮೇಲಿನ ದೀಪನ ಮತ್ತೆ ಒಂದೇ ಆಗುತ್ತದೆ. ಗಾಜಿನ ಫಲಕವು ತಡೆಹಿಡಿದ ಶೇಕಡಾವಾರು ಬೆಳಕಿನ ಪ್ರಮಾಣವನ್ನು ಕಂಡುಹಿಡಿಯಿರಿ.

ಹಂತ 1: ಗಾಜಿನ ಫಲಕವನ್ನು ಸೇರಿಸುವುದಕ್ಕೆ ಮುಂಚೆ

$d_1 = 0.6m$ $\qquad I_1 = I_2$

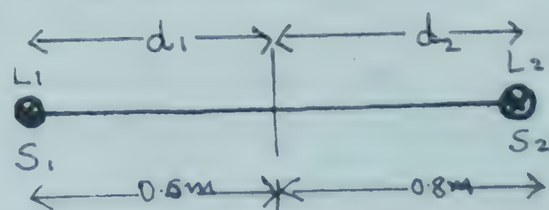
$d_2 = 0.8m$

$\therefore \frac{L_1}{d_1^2} = \frac{L_2}{d_2^2} \qquad \frac{L_1}{L_2} = \frac{d_1^2}{d_2^2} = \frac{(0.6)^2}{(0.8)^2} = \frac{36}{64}$

$\frac{L_1}{L_2} = \frac{9}{16}$ ಅಂದರೆ S_1 ಆಕರದ ದೀಪ್ತ

ತೀಕ್ಷ್ಣತೆ S_2 ಆಕರದ

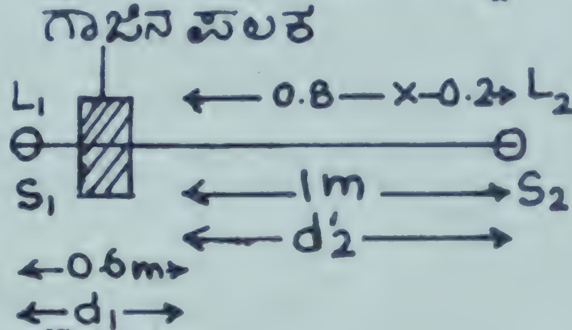
ದೀಪ್ತತೀಕ್ಷ್ಣತೆಗಿಂತ ಕಡಿಮೆ.



ಹಂತ 2 : ಗಾಜಿನ ಫಲಕವನ್ನು ಸೇರಿಸಿದ ಮೇಲೆ

ಗಾಜಿನ ಫಲಕವನ್ನು ಸೇರಿಸಿದಾಗ

S_1 ಆಕರ ಇರುವ ಕಡೆ ತೆರೆಯ ಮೇಲಿನ ದೀಪನ ಕಡಿಮೆಯಾಗುತ್ತದೆ. ಏಕೆಂದರೆ ಗಾಜಿನ ಫಲಕವು ದೀಪ್ತಶಕ್ತಿಯ ಸ್ವಲ್ಪ ಭಾಗವನ್ನು ಹೀರಿಕೊಳ್ಳುತ್ತದೆ ಮತ್ತು ಸ್ವಲ್ಪ ಭಾಗವನ್ನು ರವಾನಿಸುತ್ತದೆ. (ಪ್ರತಿಫಲನ ಆಗುವುದಿಲ್ಲ ಎಂದುಕೊಂಡರೆ). ಕಡಿಮೆಯಾದ ದೀಪನಕ್ಕೆ ಹೊಂದಿಕೊಳ್ಳುವಂತೆ ಹೆಚ್ಚು ತೀಕ್ಷ್ಣತೆಯ S_2 ಆಕರವನ್ನು 0.2m ನಷ್ಟು ದೂರಸರಿಸಬೇಕು.



$$I_1 = I_2 \rightarrow \frac{L_1 t}{d_1^2} = \frac{L_2}{(d'_2)^2}$$

$L_1 t$ ಪರಿಣಾಮಕಾರಿ ದೀಪ್ತ ತೀಕ್ಷ್ಣತೆ

t ವಹನ ಸಹಾಂಕ (transmission coefficient)

$$\frac{L_1}{L_2} = \frac{9}{16}; d_1 = 0.6\text{m}, d'_2 = 1\text{m}$$

$$\therefore \frac{L_1}{L_2} = \frac{d_1^2}{(d'_2)^2} \times \frac{1}{t}$$

$$\frac{9}{16} = \frac{(0.6)^2}{(1)^2 \times t} = \frac{0.36}{t} \quad \therefore t = \frac{16 \times 0.36}{9} = 0.64$$

$a + r + t = 1$ ಪ್ರತಿಫಲನವಿಲ್ಲವೆಂದುಕೊಂಡರೆ $r = 0$

$a + 0 + 0.64 = 1 \quad a = 0.36$

$\therefore$ ಶೇಕಡಾವಾರು ಹೀರಿಕೆ = 36%

ಅಭ್ಯಾಸ

ಒಂದು ಅಂಕದ ಪ್ರಶ್ನೆಗಳು

1. ಪ್ರಕಾಶಮಾಪನವೆಂದರೇನು?
2. ದೀಪ್ತತೀಕ್ಷ್ಣತೆ ಎಂದರೇನು?
3. 'ಕ್ಯಾಂಡೆಲಾ' ವನ್ನು ಹೇಗೆ ವ್ಯಾಖ್ಯಿಸಬಹುದು?
4. 'ದೀಪನ' ಎಂದರೇನು?
5. SI ಮಾನದಲ್ಲಿ ದೀಪನದ ಏಕಮಾನವನ್ನು ವಿವರಿಸಿ.
6. ಬೆಳಕಿನ ವಿಲೋಮವರ್ಗ ನಿಯಮವನ್ನು ತಿಳಿಸಿ.
7. ಲ್ಯಾಂಬರ್ಟ್ ಕೋಸೈನ್ ನಿಯಮವೆಂದರೇನು?
8. ಪ್ರಕಾಶಮಾಪಕಗಳ ಉಪಯೋಗವೇನು?

ಎರಡು ಅಂಕಗಳ ಪ್ರಶ್ನೆಗಳು

1. ದೀಪ್ತಹೊನಲನ್ನು ವಿವರಿಸಿ ಅದರ ಏಕಮಾನವನ್ನು ತಿಳಿಸಿ.

2. ಪ್ರಕಾಶಮಾಪನ ತತ್ವವನ್ನು ವಿವರಿಸಿ.

ನಾಲ್ಕು ಅಂಕಗಳ ಪ್ರಶ್ನೆಗಳು

1. ಬೆಳಕಿನ ವಿಲೋಮವರ್ಗ ನಿಯಮವನ್ನು ತಿಳಿಸಿ ಅದನ್ನು ಗಣಿತೋಕ್ತಿಯಿಂದ ಸಾಧಿಸಿ.

2. 'ದೀಪ್ತತೀಕ್ಷ್ಣತೆ', 'ದೀಪನ', 'ದೀಪ್ತಹೊನಲು'–ಇವುಗಳನ್ನು ವಿವರಿಸಿ ಅವುಗಳನ್ನು ಅಳೆಯಲು SI ಮಾನದಲ್ಲಿ ಉಪಯೋಗಿಸುವ ಮೂಲಮಾನಗಳನ್ನು ತಿಳಿಸಿ.

ಐದು ಅಂಕಗಳ ಲೆಕ್ಕಗಳು

1. 256 ಕ್ಯಾಂಡಲ್ ದೀಪ್ತತೀಕ್ಷ್ಣತೆಯ ಆಕರವನ್ನು ತೆರೆಯಿಂದ ಎಷ್ಟು ದೂರದಲ್ಲಿರಿಸಿದರೆ 4 ಅಡಿ ಕ್ಯಾಂಡಲ್ ದೀಪನ ಉಂಟಾಗುತ್ತದೆ? (8 ಅಡಿ)

2. 50cd ದೀಪವೊಂದು 2m ದೂರದಲ್ಲಿ ಉಂಟುಮಾಡುವಷ್ಟೆ ದೀಪನವನ್ನು 100cd ದೀಪವು ಉಂಟುಮಾಡಬೇಕಾದರೆ ಅವನ್ನು ಎಷ್ಟು ದೂರದಲ್ಲಿರಿಸಬೇಕು? $2\sqrt{2}$m

3. 6m ವ್ಯಾಸದ ವೃತ್ತಾಕಾರದ ತಟ್ಟೆಯ ಕೇಂದ್ರದ ಮೇಲೆ 4m ಎತ್ತರದಲ್ಲಿ 100cd ದೀಪವನ್ನು ನೇತುಹಾಕಿದೆ. a) ತಟ್ಟೆಯ ಕೇಂದ್ರದಲ್ಲಿ ಮತ್ತು b) ಅಂಚಿನಲ್ಲಿ ದೀಪನ ಎಷ್ಟು ಎಂಬುದನ್ನು ಕಂಡುಹಿಡಿಯಿರಿ. (6.25 Lx, 3.2 Lx)

4. 60cd ದೀಪವೊಂದು ಫೋಟೋಗ್ರಾಫಿಕ್ ಪ್ರಿಂಟ್‌ನಿಂದ 50cm ದೂರದಲ್ಲಿರುವಾಗ ಫೋಟೋ ತೆಗೆಯಲು ಬೇಕಾಗುವ ಕಾಲ 15sec. ಅದೇ 90cd ದೀಪವು 100cm ದೂರದಲ್ಲಿದ್ದಾಗ ಹಿಂದಿನಷ್ಟೇ ತರಹದ ಫೋಟೋತೆಗೆಯಲು ಬೇಕಾಗುವ ಕಾಲವೆಷ್ಟು? (40 sec)

5. 30 ಮತ್ತು 120cd ದೀಪಗಳನ್ನು 1.5m ಅಂತರದಲ್ಲಿ ಇರಿಸಲಾಗಿದೆ. ಈ ಎರಡು ದೀಪಗಳನ್ನು ಸೇರಿಸುವ ಗೆರೆಯ ಯಾವ ಬಿಂದುವಿನಲ್ಲಿ ದೀಪನವು ಸಮನಾಗಿರುತ್ತದೆ? (30cd ದಿಂದ 0.5m ಮತ್ತು 1.5m)

ಅನುಬಂಧ – ೧

ಈ ಕೆಳಗೆ ಕೆಲವು ಸಮಸ್ಯೆಗಳನ್ನು ಕೊಟ್ಟಿದೆ. ಅವುಗಳಿಗೆ ಕಾರಣ ಸಹಿತ ಉತ್ತರ ನೀಡಿ.

೧. [ಶಕ್ತಿ] / [ಗಾತ್ರ] = [ಒತ್ತಡ] , ಆಯಾಮ ಸೂತ್ರವನ್ನು ಬಳಸಿ ಇದು ಸರಿಯಾಗಿದೆಯೆ ಪರೀಕ್ಷಿಸಿ.

೨. PV = RT ಸಮೀಕರಣದಲ್ಲಿನ R ಒಂದು ಆಯಾಮ ರಹಿತ ಸ್ಥಿರಾಂಕ. ಈ ಹೇಳಿಕೆಯ ಸತ್ಯಾಂಶವನ್ನು ಪರೀಕ್ಷಿಸಿ.

೩. ಕೆಳಗಿನವಲ್ಲಿ ಒಂದು ಜೊತೆಗೆ ಮಾತ್ರ ಏಕರೀತಿಯ ಆಯಾಮವಿಲ್ಲ. ಆಯಾಮ ಸೂತ್ರ ಬರೆದು ಪರೀಕ್ಷಿಸಿ ಆ ಜೊತೆಯನ್ನು ಹೆಸರಿಸಿ.

(ಅ) ಕೋನೀಯ ಚಲನ ಪರಿಮಾಣ ಮತ್ತು ಪ್ಲಾಂಕ್ ಸ್ಥಿರಾಂಕ

(ಆ) ಜಡತಾ ಮಹತ್ವ ಮತ್ತು ಬಲದ ಮಹತ್ವ

(ಇ) ಕೆಲಸ ಮತ್ತು ಟಾರ್ಕ್ (ಭ್ರಾಮಕ)

(ಈ) ಆವೇಗ ಮತ್ತು ಚಲನಪರಿಮಾಣ

೪. ಬೇರೆ ಬೇರೆ ದ್ರವ್ಯರಾಶಿಯ ಎರಡು ಚೆಂಡುಗಳನ್ನು ನೇರವಾಗಿ ಮೇಲಕ್ಕೆ ಎಸೆದರೆ ಅವೆರಡೂ ಎಸೆದ ಜಾಗಕ್ಕೆ ಯಾವ ವೇಗದಿಂದ ಬಂದು ಸೇರುತ್ತವೆ? (ಗಾಳಿಯಿಂದಾಗುವ ನಿರೋಧವನ್ನು ನಿರ್ಲಕ್ಷಿಸಿ).

೫. ಪ್ರಕ್ಷೇಪಕವು ಅತ್ಯುನ್ನತ ಪಥದಲ್ಲಿರುವಾಗ ಅದರ ವೇಗ ಮತ್ತು ವೇಗೋತ್ಕರ್ಷಗಳ ದಿಕ್ಕುಗಳನ್ನು ಹೋಲಿಸಿ.

೬. ಮುಕ್ತವಾಗಿ h ಎತ್ತರದ ಗೋಪುರದಿಂದ ಕೆಳಗೆ ಬೀಳುತ್ತಿರುವ ವಸ್ತುವೊಂದು ಕಡೆಯ ಸೆಕೆಂಡಿನಲ್ಲಿ h / 2 ದೂರವನ್ನು ಕ್ರಮಿಸಿದರೆ ಗೋಪುರದ ಎತ್ತರವೆಷ್ಟು?

೭. ಒಂದು ಕಾರು 10m ತ್ರಿಜ್ಯದ ವೃತ್ತದಲ್ಲಿ 10m/s ಸಮಜವದಲ್ಲಿ ಸುತ್ತುತ್ತಿದೆ. ಅದರ ಛಾವಣಿಯಿಂದ ನಮ್ಯ (flexible) ವಾದ ಕಂಬಿಯಿಂದ ಒಂದು ಗುಂಡನ್ನು ತೂಗುಬಿಟ್ಟಿದೆ. ಕಂಬಿಗೂ ಚಲನೆಯ ಪಥಕ್ಕೂ ಇರುವ ಕೋನವೆಷ್ಟು?

೮. ಒಂದು ಸ್ಟೀಲ್ ಸೂಜಿ ನೀರಿನ ಮೇಲೆ ತೇಲುತ್ತಿದೆ. ಇದಕ್ಕೆ ದ್ರವದ ಮೇಲ್ಮುಖಿ ನೂಕುಬಲ ಕಾರಣವೆ, ಸ್ನಿಗ್ಧತೆ ಕಾರಣವೆ, ಮೇಲ್ಮೈ ಸೆಳೆತ ಕಾರಣವೆ, ಇಲ್ಲ ಗುರುತ್ವಬಲ ಕಾರಣವೆ?

೯. ಬೇರೆ ಬೇರೆ ದ್ರವ್ಯರಾಶಿಯ ಎರಡು ಚೆಂಡುಗಳ ಚಲನಶಕ್ತಿ ಒಂದೇ ಆಗಿದ್ದಾಗ ಅವುಗಳಲ್ಲಿನ ಯಾವ ಚೆಂಡಿನ ಚಲನಪರಿಮಾಣ ಹೆಚ್ಚಾಗಿರುತ್ತದೆ?

೧೦. ಎರಡು ಸ್ಪ್ರಿಂಗ್‌ಗಳ ಬಲ ನಿಯತಾಂಕಗಳು K_1 ಮತ್ತು K_2 ಆಗಿವೆ. ಅವುಗಳ ಉದ್ದವನ್ನು ಒಂದೇ ಪ್ರಮಾಣದಲ್ಲಿ ಹೆಚ್ಚಿಸಿದಾಗ ಮತ್ತು ಅವುಗಳ ಮೇಲೆ ಒಂದೇ ಪ್ರಮಾಣದ ಎಳೆತ ಬಲ ಪ್ರಯೋಗವಾದಾಗ ಯಾವ ಸ್ಪ್ರಿಂಗ್ ಮೇಲೆ ಹೆಚ್ಚು ಕೆಲಸಮಾಡಲಾಗಿದೆ, ಕಂಡುಹಿಡಿಯಿರಿ.

೧೧. ಒಂದು ವರ್ತುಲ ಸ್ತಂಭಾಕೃತಿಯ ಪಾತ್ರೆಯಲ್ಲಿ ಸಮರೂಪ ದ್ರವವನ್ನಿಡಬೇಕಾಗಿದೆ. ದ್ರವವು ಪಾತ್ರೆಯ ತಳದಮೇಲೆ ಬೀರುವ ಬಲವು ಅದು ಪಾತ್ರೆಯ ಪಾರ್ಶ್ವಗಳ ಮೇಲೆ ಬೀರುವ ಬಲಕ್ಕೆ ಸಮನಾಗಿರುವಂತೆ ತುಂಬಬೇಕಾದರೆ ದ್ರವವನ್ನು ಯಾವ ಎತ್ತರದವರೆಗೆ ತುಂಬಬೇಕು?

೧೨. A ಮತ್ತು B ಎಂಬ ಎರಡು ಸರಳುಗಳ ಉದ್ದ ಒಂದೇ ಆಗಿದೆ. ಎರಡೂ ಸರಳುಗಳ ತುದಿಗಳ ಉಷ್ಣತೆ T_1 ಮತ್ತು T_2 ಆಗಿವೆ. ಯಾವ ನಿಯಮವನ್ನು ಪಾಲಿಸುವುದರಿಂದ ಅವುಗಳಲ್ಲಿ ಪ್ರವಹಿಸುವ ಶಾಖವು ಒಂದೇ ಆಗಿರಲು ಸಾಧ್ಯವಾಗುತ್ತದೆ?

೧೩. ಜೆಟ್ ವಿಮಾನಗಳು ಸಾಮಾನ್ಯವಾಗಿ ಹೆಚ್ಚಿನ ಎತ್ತರದಲ್ಲಿ ಹಾರಾಟನಡೆಸಿದರೆ, ಪ್ರಾಪೆಲ್ಲರ್ ವಿಮಾನಗಳು ಭೂಮಿಗೆ ಹತ್ತಿರದಲ್ಲಿ ಹಾರುತ್ತವೆ. ಏಕೆ?

೧೪. ಒಂದು ಕಾರ್ಕ್ ತುಂಡನ್ನು ಮಂಜಿನಗಡ್ಡೆಯಲ್ಲಿ ಹುದುಗಿಸಿ ನೀರಿನಲ್ಲಿ ತೇಲಿಬಿಟ್ಟಿದೆ. ಮಂಜಿನಗಡ್ಡೆ ಸಂಪೂರ್ಣವಾಗಿ ಕರಗಿದನಂತರ ನೀರಿನ ಮಟ್ಟದಲ್ಲಿ ಏನಾದರೂ ವ್ಯತ್ಯಾಸವಾಗುತ್ತದೆಯೆ?

೧೫. ನ್ಯೂಟನ್ ಚಲನೆಯ ನಿಯಮಾನುಸಾರ ವಸ್ತುವಿನ ಮೇಲೆ ಬಲಪ್ರಯೋಗವಾದಾಗ ಅದರ ಜಡತ್ವಸ್ಥಿತಿ ಬದಲಾಗಬೇಕು. ಹಾಗಾದರೆ ನಾವು ನಮ್ಮ ಬೂಟಿನ ಲೇಸನ್ನು ಮೇಲಕ್ಕೆ ಬಲವಾಗಿ ಎಳೆಯುವುದರಿಂದ ನಮ್ಮನ್ನು ಮೇಲಕ್ಕೆ ಎತ್ತಲಾಗುವುದಿಲ್ಲವಲ್ಲ, ಏಕೆ?

೧೬. ಕೇಂದ್ರಾಪಿಗಾಮಿ ಬಲವನ್ನು ಜಡತ್ವ ಬಲವೆಂದು ವರ್ಣಿಸಿದೆ. ತಿರುಗುಯಂತ್ರದ (Merry-go-round) ಆಟವನ್ನು ನೋಡುತ್ತಿರುವಾಗ ಯಾರಿಗೆ ಈ ಬಲದ ಅನುಭವವಾಗಲು ಸಾಧ್ಯ?

೧೭. ಭೂಮಿಯ ವ್ಯಾಸದ ಮೂಲಕ ಒಂದು ರಂಧ್ರವನ್ನು ಕೊರೆದು ಅದರಲ್ಲಿ ಒಂದು ಕಲ್ಲನ್ನು ಇಳಿಬಿಟ್ಟಿದೆ. ಅದು ಭೂಮಿಯ ಕೇಂದ್ರವನ್ನು ತಲುಪಿದಾಗ ಅದಕ್ಕೆ ೧) ದ್ರವ್ಯರಾಶಿ ೨) ತೂಕ ೩) ವೇಗೋತ್ಕರ್ಷ ೪) ಪ್ರಚ್ಛನ್ನ ಶಕ್ತಿ – ಈ ನಾಲ್ಕರಲ್ಲಿ ಯಾವುದು ನಿಯತವಾಗಿರುತ್ತದೆ?

೧೮. ಭೂಮಿಗೆ ಸಂಬಂಧಿಸಿದ ಹಾಗಿನ ವಿಮೋಚನಾವೇಗ 11.2 kms^{-1}. ಒಂದು ವಸ್ತುವನ್ನು ನೇರವಾಗಿ ಮೇಲಕ್ಕೆ ಎಸೆಯದೆ ಲಂಬಕ್ಕೆ 45° ಕೋನದಲ್ಲಿ ಎಸೆದಾಗಿನ ವಿಮೋಚನಾವೇಗ ಎಷ್ಟು?

೧೯. ಭೂ ಮೇಲ್ಮೈನಿಂದ ವಿಮೋಚನಾವೇಗದ ಬೆಲೆ V_e. ಭೂಮಿಯ ದ್ರವ್ಯರಾಶಿ ಮತ್ತು ತ್ರಿಜ್ಯಗಳ ಎರಡರಷ್ಟಿರುವ ಗ್ರಹದ ಮೇಲಿನ ವಿಮೋಚನಾವೇಗವೆಷ್ಟು?

೨೦. 30° ಓರೆಕೋನವುಳ್ಳ ಓರೆತಲದಮೇಲಿನಿಂದ ಒಂದು ವಸ್ತುವನ್ನು ಸಮವೇಗದಲ್ಲಿ ಜಾರಿಸಿದೆ. ಇದೇ ವಸ್ತುವನ್ನು ಓರೆತಲದ ಮೇಲಕ್ಕೆ $2\ ms^{-1}$ ವೇಗದಲ್ಲಿ ನೂಕಿದರೆ ಅದು ನಿಲ್ಲುವ ಮೊದಲು ಎಷ್ಟು ದೂರವನ್ನು ಕ್ರಮಿಸುತ್ತದೆ? $g = 10ms^{-2}$

೨೧. ವೃತ್ತೀಯ ಚಲನೆಯಲ್ಲಿರುವ ವಸ್ತುವಿನ ಮೇಲೆ ಆರೋಪಿತವಾಗಿರುವ ಎಲ್ಲಾ ಬಲಗಳ ಫಲಿತವು ಯಾವ ದಿಕ್ಕಿನಲ್ಲಿರುತ್ತದೆ?

೨೨. ಸಾಗರದಲ್ಲಿ ಬರ್ಫ್ ತೇಲುತ್ತಿದೆ. ಬರ್ಫ್‌ನ ಸಾಂದ್ರತೆ 920 SI ಮಾನ ಮತ್ತು ನೀರಿನ ಸಾಂದ್ರತೆ 1030 SI ಮಾನ. ನೀರಿನಲ್ಲಿ ಮುಳುಗಿರುವ ಬರ್ಫ್‌ದ ಗಾತ್ರವೆಷ್ಟು?

೨೩. ಒಬ್ಬ ವ್ಯಕ್ತಿಯು ಎಡಗೈಯಲ್ಲಿ 1 kg ತೂಕದ (ಸಾಂದ್ರತೆ $1000kgm^{-3}$) ವಸ್ತುವನ್ನೂ ಬಲಗೈಯಲ್ಲಿ 10kg ತೂಕದ ನೀರು ತುಂಬಿದ ಬಕೆಟ್‌ಅನ್ನೂ ಹೊತ್ತುಕೊಂಡು ಹೋಗುತ್ತಿದ್ದಾನೆ. ಆತನು ವಸ್ತುವನ್ನು ಬಕೆಟ್‌ನಲ್ಲಿ ಹಾಕಿದರೆ ಬಲಗೈಯಲ್ಲಿ ಎಷ್ಟು ತೂಕ ಹೊರುತ್ತಿದ್ದಾನೆ?

೨೪. ಒಂದು ಗೊತ್ತಾದ ದ್ರವ್ಯರಾಶಿಯ ಮಂಜುಗಡ್ಡೆಯನ್ನು ಅಷ್ಟೇ ದ್ರವ್ಯರಾಶಿ ಮತ್ತು 100° C ನಲ್ಲಿರುವ ನೀರನ್ನು ಬಳಸಿ ಕರಗಿಸಬಹುದು. ಈ ಹೇಳಿಕೆಯ ಸತ್ಯಾಸತ್ಯತೆಯನ್ನು ಪರೀಕ್ಷಿಸಿ.

೨೫. ಚಳಿಗಾಲದ ರಾತ್ರಿಯಲ್ಲಿ ಮೋಡಕವಿದಿದ್ದಾಗ ಮೋಡವಿಲ್ಲದ ರಾತ್ರಿಗಿಂತ ಹೆಚ್ಚು ಶೆಖೆಯಾಗುತ್ತದೆ. ಕಾರಣವೇನು?

೨೬. ಸಂಪೂರ್ಣ ಕಪ್ಪು ಕಾಯದ ಹೀರಿಕೆ ಸಾಮರ್ಥ್ಯವೆಷ್ಟು?

೨೭. ಒಂದು ತಾಮ್ರದ ಸುರುಳಿಯನ್ನು ಕ್ಯಾಂಡಲ್ ದೀಪದ ಜ್ವಾಲೆಯಿಂದ ಸ್ವಲ್ಪ ಮೇಲಕ್ಕೆ ಹಿಡಿದಾಗ ಕ್ಯಾಂಡಲ್ ಉರಿಯುತ್ತಿರುತ್ತದೆ. ಅದೇ ಸುರುಳಿಯನ್ನು ಜ್ವಾಲೆಗೆ ತಾಗುವಂತೆ ಹಿಡಿದಾಗ ದೀಪ ನಂದಿಹೋಗುತ್ತದೆ. ಕಾರಣವೇನು?

೨೮. ನೆಲದ ಮೇಲೆ ಬಿದ್ದಿರುವ ಸಮತಲ ಕನ್ನಡಿಯನ್ನು ಎಲ್ಲಾ ದಿಕ್ಕುಗಳಿಂದ ನೋಡಲು ಸಾಧ್ಯವಿಲ್ಲ. ಅದೇ ಒಂದು ತುಂಡು ಕಾಗದ ಬಿದ್ದಿದ್ದರೆ ಅದನ್ನು ಯಾವ ಕಡೆಯಿಂದಲಾದರೂ ನೋಡಬಹುದು. ಏಕೆ?

೨೯. ಗೋಳೀಯ ದರ್ಪಣದ ಮೇಲೆ ಪತನವಾಗುವ ಎಲ್ಲಾ ಕಿರಣಗಳಿಗೂ $f = r / 2$ ಅನ್ವಯಿಸುವುದೆ? ವಿವರಿಸಿ.

೩೦. ಕನ್ನಡಿಯ ಮುಂದೆ ನಿಂತಿರುವ ಮಗು ಅದರ ಕಡೆಗೆ $4ms^{-1}$ ವೇಗದಲ್ಲಿ ಓಡಿದಾಗ ಪ್ರತಿಬಿಂಬದ ಜವವೆಷ್ಟು?

೩೧. ಹೊಸಲು ಬೆಳಕಿನ ಆಟಕ್ಕಾಗಿ ಬೇಕಾಗುವ ಬೆಳಕಿಗಾಗಿ ಕನ್ನಡಿಗಳನ್ನು ಬಳಸಲು ಸೂಚಿಸಿದೆ. ಎಂತಹ ಕನ್ನಡಿಯನ್ನು ಆರಿಸುವುದು ಸೂಕ್ತ?

೩೨. ಅಶ್ರಗದ ವಕ್ರೀಭವನಾಂಕವು, ಅಶ್ರಗಕೋನ ಮತ್ತು ಕನಿಷ್ಠ ದಿಕ್ಪಲ್ಲಟಗಳನ್ನು ಅವಲಂಬಿಸಿದೆ. ಇದು ನಿಜವೆ?

೩೩. ಗಾಜಿನಲ್ಲಿ ಊದಾ ಬಣ್ಣದ ಕಿರಣವು ಹಳದಿ ಕಿರಣಕ್ಕಿಂತ ವೇಗವಾಗಿ ಚಲಿಸುತ್ತದೆ. ಈ ಹೇಳಿಕೆ ಸರಿಯೆ?

೩೪. ದ್ಯುತಿ ಕಿರಣವು ಎರಡು ಮಧ್ಯವರ್ತಿಗಳ ಸೀಮಾತಲದಲ್ಲಿ ಪತನವಾದಾಗ ಪ್ರತಿಫಲನರೇಖೆ ಮತ್ತು ವಕ್ರೀಭವನರೇಖೆಗಳು ಲಂಬವಾಗಿವೆ. ವಕ್ರೀಭವನ ಕೋನವು 30° ಆಗಿದ್ದಲ್ಲಿ ಪತನಕೋನವೆಷ್ಟು?

೩೫. ನದಿಯೊಂದರಲ್ಲಿ ನೀರು ಪಶ್ಚಿಮದಿಂದ ಪೂರ್ವಕ್ಕೆ ನಿಮಿಷಕ್ಕೆ 5m ವೇಗದಲ್ಲಿ ಹರಿಯುತ್ತಿದೆ. ನಿಮಿಷಕ್ಕೆ 10m ವೇಗದಲ್ಲಿ ಈಜುಕೊಳದಲ್ಲಿ ಈಜಬಲ್ಲ ಒಬ್ಬ ವ್ಯಕ್ತಿ ನದಿಯ ದಕ್ಷಿಣದ ದಡದಿಂದ ಆಚೆಯ ದಡವನ್ನು ಸಾಧ್ಯವಾದಷ್ಟು ಅತ್ಯಂತ ಕಡಿಮೆ ಸಮಯದಲ್ಲಿ ಈಜಲು ಪ್ರಯತ್ನಿಸುತ್ತಾನೆ. ಆತ ಯಾವ ದಿಕ್ಕಿನಲ್ಲಿ ಈಜಬೇಕು?

೩೬. ಕನ್ನಡಿಯು ಎಡ ಮತ್ತು ಬಲವನ್ನು ಅದಲು ಬದಲು ಮಾಡಿದಂತೆ ಮೇಲೆ ಮತ್ತು ಕೆಳಗಿನದನ್ನು ಅದಲು ಬದಲು ಮಾಡುವುದಿಲ್ಲ; ಏಕೆ?

೩೭. ಮಿಥ್ಯಾ ಪ್ರತಿಬಿಂಬವನ್ನು ತೆರೆಯಮೇಲೆ ಪಡೆಯಲಾಗುವುದಿಲ್ಲ, ಅದರ ಛಾಯಾಚಿತ್ರ ತೆಗೆಯಬಹುದೆ?

೩೮. ಮಸೂರಕ್ಕೆ ಮಾತ್ರ ಎರಡು ಸಂಗಮದೂರಗಳಿದ್ದರೆ, ಕನ್ನಡಿಗೆ ಮಾತ್ರ ಒಂದೇ ಒಂದು. ಹೀಗೇಕೆ?

೩೯. ಒಂದು ಪೀನ ಮಸೂರವು ಗಾಳಿಯಲ್ಲಿದ್ದಾಗ ಪೀನ ಮಸೂರದಂತೆಯೇ ಕೆಲಸಮಾಡುತ್ತದೆ. ಒಂದು ವೇಳೆ ಅದೇ ಮಸೂರವನ್ನು ಸಾಂದ್ರಮಧ್ಯವರ್ತಿಯಲ್ಲಿಟ್ಟಾಗ ಏನಾಗುತ್ತದೆ?

೪೦. ಈ ಕೆಳಗಿನ ಸಂದರ್ಭಗಳಲ್ಲಿ ಆಗಿರುವ ಒಟ್ಟು ಕೆಲಸವೆಷ್ಟು?

(ಅ) ಒಂದು ಕ್ವಿಂಟಾಲ್ ಅಕ್ಕಿಮೂಟೆಯನ್ನು ತಲೆಯ ಮೇಲಿಟ್ಟುಕೊಂಡು, ಒಂದು ನಿಮಿಷ ಒಬ್ಬ ವ್ಯಕ್ತಿ ನಿಂತಿದ್ದಾಗ,

(ಆ) ಒಂದು ಜಡಗೋಡೆಯನ್ನು 200N ಬಲದಿಂದ ಅದುಮಿದಾಗ,

೪೧. ನದಿಯಲ್ಲಿ ಹರಿಯುತ್ತಿರುವ ನೀರು ತಳ್ಳಲು ಸಾಧ್ಯವಾಗುವ ಅತಿ ಹೆಚ್ಚಿನ ದ್ರವ್ಯರಾಶಿ (m); ನೀರಿನ ವೇಗ (v), ಅದರ ಸಾಂದ್ರತೆ ϱ ಮತ್ತು ಗುರುತ್ವವೇಗೋತ್ಕರ್ಷ (g) ಯನ್ನು ಅವಲಂಬಿಸಿದೆಯೆಂದು ಊಹಿಸಿಕೊಂಡು, m ನೀರಿನ ವೇಗದ ೬ನೇ ಘಾತಕ್ಕೆ ಸರಳಾನುಪಾತದಲ್ಲಿರುತ್ತದೆ ಎಂದು ಆಯಾಮ ವಿಶ್ಲೇಷಣೆಯಿಂದ ಸಾಧಿಸಿ.

೪೨. ನೆರೆಹಾವಳಿಯಿಂದ ಸಂತ್ರಸ್ತರಾದವರ ನೆರವಿಗಾಗಿ ಹೆಲಿಕಾಪ್ಟರಿನಿಂದ ಆಹಾರದ ಪೊಟ್ಟಣಗಳನ್ನು ಕೆಳಗೆಹಾಕುವ ಕಾರ್ಯಕ್ರಮವನ್ನು ಸರ್ಕಾರ ಹಮ್ಮಿಕೊಂಡಿದೆ. ಹೆಲಿಕಾಪ್ಟರ್ $5\ ms^{-1}$ ಸಮವೇಗದಲ್ಲಿ ಮೇಲೇರುತ್ತಿದ್ದು ಮೇಲಿನಿಂದ ಕೆಳಗೆ ಬಿಟ್ಟ ಪೊಟ್ಟಣಗಳು ಭೂಮಿಗೆ ಬೀಳಲು 10s ಬೇಕಾದಲ್ಲಿ ಪೊಟ್ಟಣಗಳನ್ನು ಬೀಳಿಸಿದಾಗ ಹೆಲಿಕಾಪ್ಟರ್‌ನ ಎತ್ತರ ಎಷ್ಟಿತ್ತು? (490m)

೪೩. 150 ಗ್ರಾಂ ತೂಕದ ಕ್ರಿಕೆಟ್‌ಚೆಂಡು $12\ ms^{-1}$ ವೇಗದಿಂದ ವಿಕೆಟ್‌ನತ್ತ ಧಾವಿಸುತ್ತಿದೆ. ಬ್ಯಾಟ್ಸ್‌ಮನ್ ಅದನ್ನು ಹೊಡೆದದ್ದರಿಂದ ಅದು $20\ ms^{-1}$ ವೇಗದಿಂದ ಹಿಂದಕ್ಕೆ ಬಂದಿದೆ. ಹೊಡೆತದಿಂದಾದ ಬಲವು 0.01s ಕಾಲ ಚೆಂಡಿನಮೇಲೆ ಆರೋಪಿತವಾಗಿದ್ದರೆ ಆರೋಪಿತವಾದ ಸರಾಸರಿ ಬಲವೆಷ್ಟು? (480N)

೪೪. 5kg ತೂಕದ ಬಂದೂಕಿನಿಂದ 10^{-2}kg ತೂಕದ ಗುಂಡು ಹಾರಿಸಿದಾಗ, ಗುಂಡು $5 \times 10^{-2}\ ms^{-1}$ ವೇಗದಿಂದ ಚಲಿಸುತ್ತದೆ. ಬಂದೂಕು ಮತ್ತು ಗುಂಡಿನ ಚಲನಶಕ್ತಿಗಳನ್ನು ಕಂಡುಹಿಡಿಯಿರಿ. (2.5×10^{-8} J, 12.5×10^{-6} J)

೪೫. 1m ಉದ್ದದ ದಾರದ ಒಂದು ತುದಿಯನ್ನು ಸ್ಟಾಂಡಿಗೆ ಕಟ್ಟಿ ಮತ್ತೊಂದು ತುದಿಯಿಂದ 2kg ಗುಂಡನ್ನು ತೂಗುಬಿಟ್ಟಿದೆ. ಗುಂಡು ಸಮತಲದಲ್ಲಿ ವೃತ್ತಾಕಾರದಲ್ಲಿ ಸುತ್ತುತ್ತಿದೆ. ದಾರವು ಭರಿಸಬಲ್ಲ ಗರಿಷ್ಠ ಕರ್ಷಣ 2000N. ನಿಮಿಷಕ್ಕೆ ಗರಿಷ್ಠ ಎಷ್ಟು ಸುತ್ತುಸುತ್ತಲು ಸಾಧ್ಯ ಮತ್ತು ದಾರ ಹರಿದಾಗ ಗುಂಡಿನ ವೇಗವೆಷ್ಟು ಎಂಬುದನ್ನು ಕಂಡುಹಿಡಿಯಿರಿ. 302 rpm, $31.6 ms^{-1}$

೪೬. ಎರಡು ಹಳಿಗಳ ಮಧ್ಯೆ 1.5m ಅಂತರವಿದ್ದು 300m ತ್ರಿಜ್ಯದ ತಿರುವಿದೆ. ಗಂಟೆಗೆ 54 km ವೇಗದಲ್ಲಿ ಓಡುತ್ತಿರುವ ಟ್ರೈನ್ ತಿರುವಿನಲ್ಲಿ ಚಲಿಸಬೇಕಾದರೆ ಹೊರಗಿನ ಹಳಿಯನ್ನು ಒಳಗಿನ ಹಳಿಗಿಂತ ಎಷ್ಟು ಎತ್ತರಿಸಬೇಕು? (1.1125m)

೪೭. 250kg ತೂಕದ ಉಪಗ್ರಹವನ್ನು ಭೂಮಿಯ ತ್ರಿಜ್ಯದ ಎರಡರಷ್ಟು ಎತ್ತರದಲ್ಲಿ ಸುತ್ತುವಂತೆ ಉಡಾಯಿಸಲು ಅಗತ್ಯವಾದ ಕನಿಷ್ಠ ಶಕ್ತಿ ಎಷ್ಟು? ಭೂಮಿಯ ತ್ರಿಜ್ಯ = 6400km, $g = 9.8\ ms^{-2}$ (1.3×10^{10} J)

೪೮. ಭೂಮಿಯ ಸಮಭಾಜಕವೃತ್ತದ ಮೇಲಿರುವ ವಸ್ತುಗಳು ಭಾರರಹಿತ್ಯ ಸ್ಥಿತಿಯನ್ನು ಅನುಭವಿಸಬೇಕಾದರೆ ಭೂಮಿಯ ಕೋನೀಯವೇಗ ಎಷ್ಟಿರಬೇಕು? 1.237×10^{-3} rad s^{-1}

೪೯. 10m ಉದ್ದ ಮತ್ತು $5 \times 10^{-6}\ m^2$ ಸುತ್ತಳತೆಯ ಉಕ್ಕಿನ ತಂತಿಯನ್ನು 4000N ಭಾರದ ವಸ್ತುವನ್ನು ಎತ್ತಲು ಬಳಸಿದೆ. ತಂತಿಯ ಉದ್ದದಲ್ಲಾಗುವ ಹೆಚ್ಚಳವೆಷ್ಟು? ಯಂಗ್ ಮಾಪಾಂಕ = $20 \times 10^{10}\ Nm^{-2}$ (4×10^{-2} m)

೫೦. ಲೋಹದ ಲೋಲಕವನ್ನು ಹೊಂದಿರುವ ಗಡಿಯಾರಕ್ಕೆ, 15° C ಉಷ್ಣತೆ ಇದ್ದಾಗ, 2s ಅವಧಿಯಿದ್ದರೆ 35° ಉಷ್ಣತೆ ಇದ್ದಾಗ ಗಡಿಯಾರ ವೇಗವಾಗಿ ಚಲಿಸುತ್ತದೆಯೆ ಅಥವಾ ನಿಧಾನವಾಗಿ ಚಲಿಸುತ್ತದೆಯೆ, ತಿಳಿಸಿ. 10 ಗಂಟೆಗಳಲ್ಲಿ ಅದು ಗಳಿಸಿದ ಅಥವಾ ಕಳೆದುಕೊಂಡ ಸೆಕೆಂಡುಗಳನ್ನು ಲೆಕ್ಕಿಸಿ.

ರೇಖೀಯ ವ್ಯಾಕೋಚನ ಮಾಪಾಂಕ = $2 \times 10^{-5}\ K^{-1}$

೫೧. ಒಂದು ಅಶ್ರಗದ ಪ್ರಧಾನ ಛೇಧವು ಸಮದ್ವಿಭಾಹು ತ್ರಿಭುಜ ABC ಆಗಿದ್ದು AB=AC ಆಗಿದೆ. AC ಮುಖವು ಕನ್ನಡಿಯಂತೆ ಪ್ರತಿಬಿಂಬಿಸುತ್ತದೆ. AB ಮೇಲೆ ಲಂಬವಾಗಿ ಪತನವಾದ ಕಿರಣವು ಅಶ್ರಗದಲ್ಲಿ 2 ಸಾರಿ ಪ್ರತಿಫಲನಗೊಂಡು BC ಲಂಬದಿಕ್ಕಿನಲ್ಲಿ ಹೊರಕ್ಕೆ ಬರುತ್ತದೆ. ಅಶ್ರಗದ ಕೋನ $B\hat{A}C$ ಎಷ್ಟು? (36°)

೫೨. ಪಾರದರ್ಶಕ ಗಾಜಿನಮೇಲೆ ಬಿದ್ದ ದ್ಯುತಿಕಿರಣ ಸ್ವಲ್ಪ ಭಾಗವು ಪ್ರತಿಫಲನಗೊಂಡಿದ್ದು ಉಳಿದ ಭಾಗವು ವಕ್ರೀಭವನಗೊಂಡಿದೆ. ಪ್ರತಿಫಲನ ಮತ್ತು ವಕ್ರೀಭವನಕಿರಣಗಳು ಪರಸ್ಪರ ಲಂಬವಾಗಿದ್ದರೆ ಪತನಕೋನವೆಷ್ಟಿರುತ್ತದೆ? ng = 1.62 ($58° 10^{1}$)

೫೩. ಗಾಜಿನ ಅಶ್ರಗದ ಕೋನವು ಗಾಜಿನ ಆವಧಿಕ ಕೋನದ ಎರಡರಷ್ಟಕ್ಕಿಂತ ಹೆಚ್ಚಿದ್ದಾಗ ನಿರ್ಗಮನ ಕಿರಣವಿರಲು ಸಾಧ್ಯವಿಲ್ಲ ಎಂದು ಸಾಧಿಸಿ.

೫೪. 5m ದಪ್ಪದ ಹಿಮಗಡ್ಡೆ ಸರೋವರದಲ್ಲಿ ತೇಲುತ್ತಿದೆ. ಅದರಲ್ಲಿ ನೇರವಾಗಿ ತೂತುಕೊರೆದು ಸಿಹಿನೀರನ್ನು ಬಕೆಟ್‌ನಲ್ಲಿ ಮೇಲೆತ್ತಬೇಕಾಗಿದೆ. ಕನಿಷ್ಠ ಎಷ್ಟು ಉದ್ದದ ಹಗ್ಗಬೇಕಾಗುತ್ತದೆ? ಹಿಮದ ಸಾಂದ್ರತೆ 917 $kg\ m^{-3}$ (0.5m)

೫೫. ಸೂರ್ಯ ಮತ್ತು ಚಂದ್ರರು ಉದಯಿಸುವಾಗ ಮತ್ತು ಅಸ್ತಮಿಸುವಾಗ ದಿಗಂತದ ಬಣ್ಣ ಕೆಂಪಾಗಿರಲು ಕಾರಣವೇನು? ಅಗ್ನಿಪರ್ವತಗಳಿರುವ ಪ್ರದೇಶದಲ್ಲಿ ಲಾವಾರಸದಿಂದಾಗಿ ಆಕಾಶವೆಲ್ಲ ಧೂಳಿನಂತೆ ತುಂಬಿರುತ್ತದೆ. ಆಗ ಆಕಾಶದ ಬಣ್ಣವೇನಾಗಿರುತ್ತದೆ? ಕಾರಣಸಹಿತ ವಿವರಿಸಿ.

ಅನುಬಂಧ - ೨

ಪ್ರಶ್ನೆಪತ್ರಿಕೆಯ ಮಾದರಿ

ಪ್ರಥಮ ಪದವಿಪೂರ್ವ ತರಗತಿ

ಪ್ರಕರಣ	೧ ಅಂಕ ೨ ಅಂಕಗಳ ಪ್ರಶ್ನೆಗಳು	೪ ಅಂಕಗಳ ಪ್ರಶ್ನೆಗಳು	ಲೆಕ್ಕಗಳು ೫ ಅಂಕಗಳು	ಪ್ರಯೋಗಗಳು ೬ ಅಂಕಗಳು
೧. SI ಮಾನಗಳು, ಆಯಾಮಗಳು ಮಹತ್ವದ ಅಂಕಿಗಳು ದೋಷಗಳು. ಅದಿಶ – ಸದಿಶ	೩ ಅಂಕಗಳು	೧ / ೧	–	೧ ೪ ರಿಂದ ೭ರ ವರೆಗಿನ ಪ್ರಯೋಗಗಳಿಂದ
೨. ಚಲನೆ	೮ ಅಂಕಗಳು	೩ / ೫	೨	–
೩. ಸ್ಥಾಯಿಪ್ರಕರಣ, ದ್ರವ ಪ್ರಕರಣ, ಮೇಲ್ಮೈ ಎಳೆತ ದ್ರವಚಲನ ವಿಜ್ಞಾನ ಸ್ನಿಗ್ಧತೆ	೫ ಅಂಕಗಳು	೧ / ೨	೧	–
೪. ಶಾಖ ಪ್ರಕರಣ	೬ ಅಂಕಗಳು	೨ / ೩	೧	೧
೫. ಜ್ಯಾಮಿತೀಯ ದ್ಯುತಿ ಪ್ರಕರಣ	೮ ಅಂಕಗಳು	೩ / ೪	೨	೧ ಲೆಕ್ಕಗಳು ೨
	೨೨ / ೩೦	೧೦ / ೧೫	೪ / ೬	೨ / ೩+೧ / ೨
ಒಟ್ಟು ಅಂಕಗಳು	೨೨	೪೦	೨೦	೧೨ + ೬=೧೮

ಸೂಚನೆ : ಪ್ರಶ್ನೆಪತ್ರಿಕೆಯನ್ನು A ,B, C, D ಮತ್ತು E ಎಂದು ವಿಭಾಗಿಸಿದೆ.

A ವಿಭಾಗದಲ್ಲಿ ಒಂದು ಅಂಕದ ಒಟ್ಟು ೧೨ ಪ್ರಶ್ನೆಗಳಿದ್ದು ಅದರಲ್ಲಿ ೧೦ನ್ನು ಉತ್ತರಿಸಬೇಕು.

B ವಿಭಾಗದಲ್ಲಿ ಎರಡು ಅಂಕಗಳ ಒಟ್ಟು ೯ ಪ್ರಶ್ನೆಗಳಿದ್ದು ಅದರಲ್ಲಿ ೬ನ್ನು ಉತ್ತರಿಸಬೇಕು.

E ವಿಭಾಗದಲ್ಲಿ ಪ್ರಾಯೋಗಿಕ ವಿಧಾನದ ೩ ಪ್ರಶ್ನೆಗಳಿದ್ದು ಅದರಲ್ಲಿ ೨ನ್ನು ಉತ್ತರಿಸಬೇಕು. ಇದಲ್ಲದೆ ಎರಡು ಲೆಕ್ಕಗಳಿದ್ದು ಅದರಲ್ಲಿ ಒಂದನ್ನು ಉತ್ತರಿಸಬೇಕು.

ಅನುಬಂಧ – ೩

ಭೌತಶಾಸ್ತ್ರ

ಪದವಿಪೂರ್ವ ಪ್ರಥಮವರ್ಷ

ಪಠ್ಯ ವಿಷಯ

(ವಾರದಲ್ಲಿ ೩ ಗಂಟೆಗಳು)

ಸೂಚನೆ : SI ಮಾನಗಳು, ಸಂಕೇತಗಳು ಮತ್ತು ಸಂಕ್ಷಿಪ್ತರೂಪಗಳನ್ನು ಅಂತರರಾಷ್ಟ್ರೀಯ ಪ್ರಮಾಣ ಶಾಖೆಯು ಸಲಹೆಮಾಡಿರುವಂತೆ ಉಪಯೋಗಿಸಬೇಕು.

೧. **ಪೀಠಿಕೆ**

೧.೧ ಭೌತಶಾಸ್ತ್ರವೆಂದರೇನು? (೧ ಗಂ)

೧.೨ **SI ಮಾನಗಳು** – ಆಯಾಮಗಳು – ಆಯಾಮ ಸೂತ್ರಗಳು ಆಯಾಮಗಳ ವಿಶ್ಲೇಷಣೆ – ಇತಿಮಿತಿಗಳು. (೨ ಗಂ)

೧.೩ **ಅದಿಶ ಮತ್ತು ಸದಿಶ** – ಏಕಮಾನ ಸದಿಶ – ಸದಿಶ ಸಂಕಲನ ಸದಿಶದ ಪೃಥಕ್ಕರಣ–ಅದಿಶ ಮತ್ತು ಸದಿಶ ಗುಣಲಬ್ಧಗಳು. (೨ ಗಂ)

೨. **ಚಲನೆ**

೨.೧ **ಏಕ ಆಯಾಮದಲ್ಲಿ ಕಣದ ಚಲನೆ** : ಚಲನೆಯ ಸಮೀಕರಣಗಳ ನಿಷ್ಪತ್ತಿ – ವೇಗ–ಕಾಲ ರೇಖಾನಕ್ಷೆ. (೨ ಗಂ)

ಲೆಕ್ಕಗಳು. (೧ ಗಂ)

೨.೨ **ನ್ಯೂಟನ್‌ನ ಚಲನೆಯ ನಿಯಮಗಳು** : $F = ma$ (ನಿಷ್ಪತ್ತಿ) ಚಲನಪರಿಮಾಣ ನಿತ್ಯತ್ವ (ಉಕ್ತಿ ಮತ್ತು ಸಾಧನೆ) – ದರ್ಶನಗಳು. (೨ ಗಂ)

ಲೆಕ್ಕಗಳು. (೧ ಗಂ)

೨.೩ **ಎರಡು ಆಯಾಮಗಳಲ್ಲಿ ಚಲನೆ** : ಪ್ರಕ್ಷೇಪಕ ಪಥ ಸಮೀಕರಣ–ವ್ಯಾಪ್ತಿ, ಎತ್ತರ ಮತ್ತು ಹಾರಾಟಕಾಲ.

ಏಕರೂಪ ವೃತ್ತೀಯ ಚಲನೆ – ಕೇಂದ್ರಾಭಿಮುಖಿ ವೇಗೋತ್ಕರ್ಷ (ಗಣಿತೋಕ್ತಿಯ ನಿಷ್ಪತ್ತಿ) – ಕೇಂದ್ರಾಭಿಮುಖಿ ಮತ್ತು ಕೇಂದ್ರಾಪಿಗಾಮಿ ಬಲಗಳು – ನಿದರ್ಶನಗಳು. (೩ ಗಂ)

ಲೆಕ್ಕಗಳು. (೧ ಗಂ)

೨.೪ **ಕೆಲಸ, ಶಕ್ತಿ ಮತ್ತು ಸಾಮರ್ಥ್ಯ** : ನಿರ್ವಹಿಸಲಾದ ಕೆಲಸ – F.S ಪ್ರಚ್ಛನ್ನ ಮತ್ತು ಚಲನ ಶಕ್ತಿಗಳ ಗಣಿತೋಕ್ತಿಗಳು – ಶಕ್ತಿ ನಿತ್ಯತ್ವ (ನಿದರ್ಶನಸಹಿತ ಉಕ್ತಿ) (೨ ಗಂ)

ಲೆಕ್ಕಗಳು (೧ ಗಂ)

೨.೫ **ಗುರುತ್ವಾಕರ್ಷಣೆ** : ಗುರುತ್ವಾಕರ್ಷಣ ನಿಯಮ – ಎತ್ತರ, ಆಳ ಮತ್ತು ಅಕ್ಷಾಂಶಗಳಿಗನುಗುಣವಾಗಿ g ಯಲ್ಲಾಗುವ ವ್ಯತ್ಯಾಸ–ಗ್ರಹ ಮತ್ತು ಉಪಗ್ರಹಗಳ ಚಲನೆ–ಕೆಪ್ಲರ್ ನಿಯಮಗಳ ಉಕ್ತಿ–ಕಕ್ಷೀಯವೇಗ –ತೂಕರಾಹಿತ್ಯ. (೨ ಗಂ)

ಲೆಕ್ಕಗಳು (೧ ಗಂ)

೨.೬ **ಜಡವಸ್ತುವಿನ ಭ್ರಮಣ ಚಲನೆ** : ಕೋಣೀಯ ಸ್ಥಾನಾಂತರ, ವೇಗ, ವೇಗೋತ್ಕರ್ಷ ಮತ್ತು ಚಲನಪರಿಮಾಣ ಮಹತ್ವ – ಕೋಣೀಯ ಚಲನೆಯ ಸಮೀಕರಣಗಳು – ಜಡತಾ ಮಹತ್ವ – ಚಕ್ರಾವರ್ತನ ತ್ರಿಜ್ಯ – ರೇಖಾಚಲನೆ ಮತ್ತು ಭ್ರಮಣ ಚಲನೆಗಳ ತುಲನೆ. (೨ ಗಂ)

ಲೆಕ್ಕಗಳು (೧ ಗಂ)

೨.೭ **ಸ್ಥಿತಿಸ್ಥಾಪಕತ್ವ** : ಪೀಡನ ಮತ್ತು ವಿಕೃತಿ – ಹುಕ್‌ನ ನಿಯಮ–ಸ್ಥಿತಿಸ್ಥಾಪಕ ಮಾಪಾಂಕಗಳು–ಎಳೆತಕ್ಕೆ ಸಂಬಂಧಿಸಿದಂತೆ ಯಂಗ್‌ನ ಮಾಪಾಂಕಕ್ಕೆ ಗಣಿತೋಕ್ತಿ (೧ ಗಂ)

೨.೮ **ಸರಳ ಸಂಗತ ಚಲನೆ** : ಲಕ್ಷಣಗಳು – ಉದಾಹರಣೆಗಳು ಮತ್ತು ಸರಳ ಸಂಗತ ಚಲನೆಯ ಸಮೀಕರಣ ($y = a \sin wt$) (೧ ಗಂ)

೩ ಸ್ಥಾಯಿ ಪ್ರಕರಣ

೩.೧ **ಏಕಸಮತಲ ಸಂಪಾತ ಬಲಗಳು** – ಎರಡು ಬಲಗಳ ಫಲಿತ

ಪರಿಮಾಣ ಮತ್ತು ದಿಕ್ಕು (ನಿಷ್ಪತ್ತಿ) – ಮೂರು ಬಲಗಳ ಸಮಸ್ಥಿತಿ–ಬಲಗಳ ತ್ರಿಭುಜ ನಿಯಮ–ಲ್ಯಾಮಿಯ ಪ್ರಮೇಯ (೨ ಗಂ)
ಲೆಕ್ಕಗಳು (೧ ಗಂ)

೩.೨ **ಬಲದ ಮಹತ್ವ** : ಮಹತ್ವಗಳ ನಿಯಮ (ಉಕ್ತಿ)– ಎರಡು ಸಮಾಂತರ ಬಲಗಳ ಫಲಿತದ ನಿರ್ಧಾರಕ್ಕೆ ಅನ್ವಯ– ಬಲಯುಗ್ಮ– ಸಮಾಂತರ ಬಲಗಳ ಸಮಸ್ಥಿತಿಯ ನಿಬಂಧನೆಗಳ ಉಕ್ತಿ. (೧ ಗಂ)
ಲೆಕ್ಕಗಳು (೧ ಗಂ)

೪ ಪ್ರವಾಹಿಗಳ ಸಮಸ್ಥಿತಿ

೪.೧ **ದ್ರವಸ್ಥಾಯಿ ವಿಜ್ಞಾನ** : ದ್ರವ ಪೀಡನ ಮತ್ತು ಒತ್ತಡ–ವಾಯುಮಂಡಲದ ಒತ್ತಡ (ಏಕಮಾನಗಳು) – ಬಿಂದುವೊಂದರಲ್ಲಿ ದ್ರವದ ಒತ್ತಡ– ಆರ್ಕಿಮಿಡಿಸ್‌ನ ತತ್ವ (ಉಕ್ತಿ) (೧ ಗಂ)
ಲೆಕ್ಕಗಳು (೧ ಗಂ)

೪.೨ **ದ್ರವಚಲನ ವಿಜ್ಞಾನ** : ಧಾರಾರೇಖಾ ಮತ್ತು ಪ್ರಕ್ಷುಬ್ಧಪ್ರವಾಹ– ಬರ್ನೋಲಿಪ್ರಮೇಯ – ಉದಾಹರಣೆಗಳೊಂದಿಗೆ ವಿವರಣೆ. (೧ ಗಂ)

೪.೩ **ಮೇಲ್ಮೈಎಳೆತ** : ಸಂಸಕ್ತಿ ಮತ್ತು ಆನುಸಕ್ತಿ – ಮೇಲ್ಮೈ ಎಳೆತ ಮತ್ತು ಸಂಪರ್ಕಕೋನ–ಲೋಮನಾಳಾರೋಹಣ (ನಿಷ್ಪತ್ತಿರಹಿತ) (೧ ಗಂ)

೪.೪. **ಸ್ನಿಗ್ಧತೆ** : ವೇಗ ಪ್ರವಣತೆ – ಸ್ನಿಗ್ಧತಾ ಗುಣಾಂಕ – ಲೋಮನಾಳದಲ್ಲಿ ದ್ರವದ ಪ್ರವಹನಕ್ಕೆ ಸಂಬಂಧಿಸಿದ ಪಾಯಿಸಲ್ ಸೂತ್ರ ಮತ್ತು ಸ್ಟೋಕ್ಸ್ ನಿಯಮ (ನಿಷ್ಪತ್ತಿರಹಿತ) (೧ ಗಂ)

೫. ಶಾಖ ಪ್ರಕರಣ :

೫.೧ **ಶಾಖ ಮತ್ತು ಉಷ್ಣತೆ** : ಉಷ್ಣತೆಯ ಮಾಪನ – ವಿವಿಧ ಉಷ್ಣತಾ ಮಾಪಕಗಳು – ವಿಕಾಸ ಮತ್ತು ಸ್ಥಿತಿ ಬದಲಾವಣೆಯಂತಹ ಶಾಖದ ಪರಿಣಾಮಗಳು. (೧ ಗಂ)

೫.೨ **ಅನಿಲ ನಿಯಮಗಳು** : ಉಷ್ಣತೆಯ ನಿರಪೇಕ್ಷಸ್ಕೇಲು – ಪರಿಪೂರ್ಣ ಅನಿಲ ಸಮೀಕರಣ – ಸ್ಥಿರೋಷ್ಣ ಮತ್ತು ಸ್ಥಿರೋಷ್ಣತೆ ಬದಲಾವಣೆಗಳು – ಸ್ಥಿತಿ ಸಮೀಕರಣಗಳು (ನಿಷ್ಪತ್ತಿರಹಿತ) (೨ ಗಂ)
ಲೆಕ್ಕಗಳು (೧ ಗಂ)

೫.೩ **ಶಾಖದ ಹೀರಿಕೆ** : ವಿಶಿಷ್ಟೋಷ್ಣ – ಔಷ್ಣಿಕ ಸಾಮರ್ಥ್ಯ – ಕ್ಯಾಲೊರಿ ಮೀಟರ್‌ನ ತತ್ವ – ಗುಪ್ತೋಷ್ಣ – ಅನಿಲಗಳ ಗುಪ್ತೋಷ್ಣ–C_p C_v ಮತ್ತು ಅವುಗಳ ಸಂಬಂಧ ($C_p - C_v = R$) – ಸ್ವತಂತ್ರತೆಯ (ಸ್ವಾತಂತ್ರ್ಯ) ಅಂಶಗಳು – ಶಕ್ತಿಯ ಸಮವಿಭಜನೆ – γ ದ ಪ್ರಾಮುಖ್ಯತೆ. (೩ ಗಂ)

ಲೆಕ್ಕಗಳು (೧ ಗಂ)

೫.೪ **ಉಷ್ಣವಹನ** : ಸಮಸ್ಥಿತಿ–ಉಷ್ಣತಾ ಪ್ರವಣತೆ–ಉಷ್ಣವಾಹಕತ್ವ (೧ ಗಂಟೆ)

ಲೆಕ್ಕಗಳು (೧ ಗಂ)

೫.೫. **ರಶ್ಮಿಪ್ರಸಾರ** : ಉತ್ಸರ್ಜನ ಮತ್ತು ಹೀರಿಕೆ ಸಾಮರ್ಥ್ಯಗಳು – ಪ್ರೆವೊ ವಿನಿಮಯ ಸಿದ್ಧಾಂತ – ಕಿರ್ಕಾಫ್ ನಿಯಮ – ಸ್ಟೀಫಾನ್ ನಿಯಮ ವೀನ್ ಸ್ಥಾನಾಂತರ ನಿಯಮ – ಪ್ಲಾಂಕ್ ನಿಯಮ – ಸೌರಸ್ಥಿರಾಂಕ ಸೂರ್ಯನ ಉಷ್ಣತೆ (ನಿಷ್ಪತ್ತಿಸದೆ, ಗುಣಾತ್ಮಕ ವಿವರಣೆ ಮಾತ್ರ) (೨ ಗಂ)

ಲೆಕ್ಕಗಳು (೧ ಗಂ)

ಉಷ್ಣ ಚಲನ ಪ್ರಕರಣ : ಶಾಖ ಮತ್ತು ಕೆಲಸಗಳ ಸಂಬಂಧ – ಉಷ್ಣ ಯಂತ್ರಗಳು – ದಕ್ಷತೆ – ಪ್ರತಿಲೋಮ ಮತ್ತು ಅಪ್ರತಿಲೋಮ ಪ್ರಕ್ರಿಯೆಗಳು – ಕಾರ್ನೊ ಚಕ್ರ –P–V ನಕ್ಷೆ – ಕಾರ್ನೊ ಯಂತ್ರದ ದಕ್ಷತೆ (ನಿಷ್ಪತ್ತಿರಹಿತ) (೩ ಗಂ)

ಲೆಕ್ಕಗಳು (೧ ಗಂ)

೬. ಜ್ಯಾಮಿತೀಯ ದ್ಯುತಿ ಪ್ರಕರಣ :

೬.೧ ಪೀಠಿಕೆ – ದ್ಯುತಿ ಮಧ್ಯವರ್ತಿ – ಬೆಳಕಿನ ಸರಳರೇಖಾ ಪ್ರಸಾರ (೧ ಗಂ)

೬.೨ **ಬೆಳಕಿನ ಪ್ರತಿಫಲನ** : ಪ್ರತಿಫಲನ ನಿಯಮಗಳು – ವಕ್ರತಲದಿಂದ ಪ್ರತಿಫಲನ – ಗೋಳೀದರ್ಪಣಗಳಿಂದ ಪ್ರತಿಬಿಂಬಗಳು – ದರ್ಪಣಸೂತ್ರ (ನಿಷ್ಪತ್ತಿರಹಿತ) – ಚಿಹ್ನೆಗಳ ಬಳಕೆ – ರೂಢಿಯಲ್ಲಿರುವ ಚಿಹ್ನೆಗಳು (೨ ಗಂ)

ಲೆಕ್ಕಗಳು (೧ ಗಂ)

೬.೩ **ಸಮತಲದಲ್ಲಿ ವಕ್ರೀಭವನ** : ವಕ್ರೀಭವನ ನಿಯಮ – ನಿರಪೇಕ್ಷ ಮತ್ತು ಸಾಪೇಕ್ಷ ವಕ್ರೀಭವನಾಂಕಗಳು – ಅನೇಕ ವಕ್ರೀಭವನಕಾರಕ ಮಧ್ಯವರ್ತಿಗಳಲ್ಲಿ ವಕ್ರೀಭವನ – ಪಾರ್ಶ್ವಪಲ್ಲಟ ಮತ್ತು ಲಂಬಪಲ್ಲಟ (ನಿಷ್ಪತ್ತಿರಹಿತ) ಪೂರ್ಣಾಂತರಿಕ ಪ್ರತಿಫಲನ – ನಿಬಂಧನೆಗಳು –

ಅವಧಿಕ ಕೋನ ಮತ್ತು ವಕ್ರೀಭವನಾಂಕಗಳ ಸಂಬಂಧ – ದ್ಯುತಿತಂತು ಮತ್ತು ಪೂರ್ಣ ಪ್ರತಿಫಲಕ ಪಟ್ಟಕಗಳ ಅನ್ವಯಗಳು. (೪ ಗಂ)

ಲೆಕ್ಕಗಳು (೧ ಗಂ)

೬.೪ **ಪಟ್ಟಕದಲ್ಲಿ ವಕ್ರೀಭವನ** : ಪಟ್ಟಕವಸ್ತುವಿನ ವಕ್ರೀಭವನಾಂಕಕ್ಕೆ A ಮತ್ತು D ಗಳಲ್ಲಿ ಗಣಿತೋಕ್ತಿಯ ನಿಷ್ಪತ್ತಿ – ಪಟ್ಟಕದಲ್ಲಿ ವರ್ಣವಿಭಜನೆ – ತೆಳುಪಟ್ಟಕದಲ್ಲಿ ದಿಕ್ಪಲ್ಲಟ – ವರ್ಣವಿಭಜನ ಸಾಮರ್ಥ್ಯ – ದಿಕ್ಪಲ್ಲಟರಹಿತ ವರ್ಣವಿಭಜನೆಗಾಗಿ ಪಟ್ಟಕಗಳ ಸಂಯೋಜನೆ (೨ ಗಂ)

ಲೆಕ್ಕಗಳು (೧ ಗಂ)

೬.೫ **ಗೋಳತಲದಲ್ಲಿ ವಕ್ರೀಭವನ : ಗೋಳತಲದ** ವಕ್ರೀಭವನಕ್ಕೆ n, u, v ಮತ್ತು r ಗಳ ಸಂಬಂಧದ ಗಣಿತೋಕ್ತಿಯ ನಿಷ್ಪತ್ತಿ (ಸಾಂದ್ರ ಮಾಧ್ಯಮದಲ್ಲಿರುವ ಬಿಂದುರೂಪವಸ್ತುವು ನಿಮ್ನ ತಲಕ್ಕೆ ಅಭಿಮುಖ) – ತೆಳುಮಸೂರದಲ್ಲಿ ವಕ್ರೀಭವನ – ಮಸೂರ ನಿರ್ಮಾಣ ಸೂತ್ರ – ಮಸೂರ ಸಾಮರ್ಥ್ಯ – ತೆಳು ಮಸೂರಗಳಿಂದ ಪ್ರತಿಬಿಂಬಗಳು – ರೇಖಾವರ್ಧನೆ – ಸಂಪರ್ಕದಲ್ಲಿರುವ ಮಸೂರಗಳು (೩ ಗಂ)

ಲೆಕ್ಕಗಳು (೧ ಗಂ)

೬.೬ **ಗೋಳೀಯ ಮತ್ತು ವರ್ಣ ವಿಪಥನ** : (ಗುಣಾತ್ಮಕ ವಿವರಣೆ) ನಿರ್ವರ್ಣ ಮಸೂರ ಸಂಯೋಜನೆ – (೧ ಗಂ)

೬.೭ **ದ್ಯುತಿ ಉಪಕರಣಗಳು** – ಸೂಕ್ಷ್ಮದರ್ಶಕ – ದೂರದರ್ಶಕ – ಪಟ್ಟಕ ದುರ್ಬೀನು – ನೇರನೋಟದ ಸ್ಪೆಕ್ಟ್ರೊಸ್ಕೋಪ್ ಮತ್ತು ಸ್ಪೆಕ್ಟ್ರೋ ಮೀಟರ್ (ಗುಣಾತ್ಮಕ ವಿವರಣೆ) (೧ ಗಂ)

೬.೮ **ಪ್ರಕಾಶಮಾಪನ** – ಮೂಲಪರಿಕಲ್ಪನೆಗಳು – ಏಕಮಾನಗಳು – ಪ್ರಕಾಶಮಾಪನ ತತ್ವ (೧ ಗಂ)

ಲೆಕ್ಕಗಳು (೧ ಗಂ)

ಪ್ರಾಯೋಗಿಕ ಭೌತಶಾಸ್ತ್ರ

ಸೂಚನೆ : (೧) ಕ್ರಮ ಸಂಖ್ಯೆ ೧ – ೬ ರ ವರೆಗಿನ ಪ್ರಯೋಗಗಳನ್ನು ಕಡ್ಡಾಯವಾಗಿ ಮಾಡಲೇಬೇಕು.

(೨) ಉಳಿದವುಗಳಲ್ಲಿ ಕನಿಷ್ಠ ಹತ್ತು ಪ್ರಯೋಗಗಳನ್ನು ಮಾಡಲೇಬೇಕು.

೧. ಲಾಗರಿತಮ್ ಪಟ್ಟಿಯನ್ನು ಬಳಸುವ ವಿಧಾನ.

೨. ತ್ರಿಕೋನಮಿತಿ ಪಟ್ಟಿಯನ್ನು ಬಳಸುವ ವಿಧಾನ.

೩. ದೋಷಗಳು, ಆಂಶಿಕದೋಷಗಳು, ದೋಷಗಳ ಅಂದಾಜು.

೪. ವರ್ನಿಯರ್ ಕ್ಯಾಲಿಪರ್ಸ್.

೫. ಸ್ಕ್ರೂಗೇಜ್.

೬. ಸಾಮಾನ್ಯ ಲೋಲಕ.

೭. ಮೂರು ಸಮತಲ ಸಂಪಾತ ಬಲಗಳ ಸಮಸ್ಥಿತಿ–ಪ್ರಾಯೋಗಿಕ ಸಮರ್ಥನೆ.

೮. ಮಹತ್ವದಂಡ–ಸಮಾಂತರ ಬಲಗಳ ಸಮಸ್ಥಿಯ ನಿಯಮಗಳ ಪ್ರಾಯೋಗಿಕ ಸಮರ್ಥನೆ.

೯. ಮೇಲ್ಮೈಸೆಳೆತ – ಲೋಮನಾಳದಲ್ಲಿ ದ್ರವದ ಏರಿಕೆಯ ವಿಧಾನ.

೧೦. ಸ್ನಿಗ್ಧತೆಯ ಗುಣಾಂಕ – ಲೋಮನಾಳದಲ್ಲಿ ಪ್ರವಾಹ ವಿಧಾನ.

೧೧. ಘನ ವಸ್ತುವಿನ ಉದ್ದವಿಕಾಸ ಗುಣಾಂಕ.

೧೨. ಘನ ವಸ್ತುವಿನ ಗ್ರಾಹ್ಯೋಷ್ಣ.

೧೩. ಮಂಜುಗಡ್ಡೆಯ ಗುಪ್ತೋಷ್ಣ.

೧೪. ಸರ್ಲ್‌ನ ವಿಧಾನದಿಂದ ಉತ್ತಮ ಉಷ್ಣವಾಹಕದ ವಾಹಕತ್ವ ಗುಣಾಂಕವನ್ನು ಕಂಡುಹಿಡಿಯುವುದು (ಪ್ರಾಯೋಗಿಕ ಪ್ರದರ್ಶನಕ್ಕಾಗಿ).

೧೫. u – v ವಿಧಾನದಿಂದ ನಿಮ್ನದರ್ಪಣದ ಸಂಗಮದೂರ (u – v ನಕ್ಷೆ).

೧೬. ಉನ್ನತದರ್ಪಣದ ಸಂಗಮದೂರ ನಿಷ್ಕರ್ಷೆ – ವಸ್ತು ಸ್ಥಾನಾಭಾಸ ಮತ್ತು ಮಸೂರ ಬಳಕೆಯ ವಿಧಾನಗಳಿಂದ.

೧೭. ನೇರ ಪಲ್ಲಟ ವಿಧಾನದಿಂದ ದ್ರವದ ವಕ್ರೀಭವನಾಂಕದ ನಿಷ್ಕರ್ಷೆ.

೧೮. ಸ್ಪೆಕ್ಟ್ರೋಮೀಟರ್ ಬಳಸಿ ಪಟ್ಟಕದ ವಕ್ರೀಭವನಾಂಕ ನಿಷ್ಕರ್ಷೆ (ಏಕವರ್ಣಬೆಳಕು).

೧೯. ಪೀನಮಸೂರದ ಸಂಗಮದೂರ ಮತ್ತು ವಕ್ರೀಭವನಾಂಕದ ನಿಷ್ಕರ್ಷೆ.

೨೦. ಪಟ್ಟಕದ ವರ್ಣವಿಭಜನಾ ಸಾಮರ್ಥ್ಯ.

ಅನುಬಂಧ ೪

ಪಾರಿಭಾಷಿಕ ಶಬ್ದಗಳು

ಅಕ್ಷಾಂಶ	Latitude
ಅಖಂಡ	Continuous
ಅಡ್ಡತಂತಿ	Cross Wire
ಅಡ್ಡಕೊಯ್ತು	cross–section
ಅತುಲನೀಯ	Imponderable
ಅದಿಶ	Scalar
ಅನಿಲ ನಿಯಮಗಳು	Gas Laws
ಅನಿಯಮಿತ ಪ್ರತಿಫಲನ	Irregular Reflection
ಅನುಪಾತೀಯ	Proportional
ಅನುವರ್ತಿ	Conjugate
ಅನುಸಕ್ತಿ	Adhesion
ಅನಂತ	Infinite
ಅನ್ವಯ	Application
ಅಪಬಿಂದು ಕಿರಣಾವಳಿ	Divergent beam
ಅಪವರ್ತ್ಯ	Submultiple
ಅಪಸರಣ	Divergence
ಅಪ್ರತಿಲೋಮ	Irreversible
ಅಪ್ರದಕ್ಷಿಣ	Anti–Clockwise
ಅಪಾರದರ್ಶಕ	Opaque
ಅಭಿಬಿಂದು ಕಿರಣಾವಳಿ	Convergent beam
ಅಭಿಸರಣ	Convergence
ಅರೆಪ್ರಧಾನಾಕ್ಷ	Semimajor axis
ಅರೆಪಾರದರ್ಶಕ	Transluscent
ಅವಧಿಕ ಉಷ್ಣತೆ	Critical Temperature
ಅವಧಿಕ ಕೋನ	Critical Angle
ಅವಧಿಕ ಗಾತ್ರ	Critical Volume
ಅವಧಿಕ ಬಿಂದು	Critical point
ಅವಧಿಕವೇಗ	Critical velocity
ಅವಧಿಕ ಸ್ಥಿರಾಂಕಗಳು	Critical constants

ಅವಾಹಕ	Insulator
ಅಸಮರೂಪ ಮಧ್ಯವರ್ತಿ	Heterogeneous medium
ಆಕರ್ಷಣೆ	Attraction
ಆದರ್ಶ ಅನಿಲ	Ideal Gas
ಆನತತಲ, ಓರೆತಲ	Inclined Plane
ಆಯತಾಂಗ	Rectangular Component
ಆಯಾಮ	Dimension
ಆವರ್ತ	Cyclic
ಆವರ್ತನ	Rotation
ಆವಿಬಿಂದು	Steam Point
ಆವೇಗ	Impulse
ಆವೇಗೀಬಲ	Impulsive Force
ಆಳ	Depth
ಇಳಿತ	Slope
ಉಕ್ತಿ	Statement
ಉತ್ಪನ್ನಮಾನ	Derived Unit
ಉತ್ಸರ್ಜನ ಸಾಮರ್ಥ್ಯ	Emissive Power
ಉನ್ನತ ಮಸೂರ, ಪೀನ	Convex Lens
ಉಪಗ್ರಹ	Satellite
ಉಷ್ಣ	Heat
ಉಷ್ಣಚಲನ ವಿಜ್ಞಾನ	Thermodynamics
ಉಷ್ಣತಾ ಮಾಪಕ	Thermometer
ಉಷ್ಣತೆ	Temperature
ಉಷ್ಣತೆಯ ನಿರಪೇಕ್ಷ ಸ್ಕೇಲು	Absolute Scale of temperature
ಉಷ್ಣಧಾರಕತೆ	Thermal capacity
ಉಷ್ಣನಯನ	Convection
ಉಷ್ಣಯುಗ್ಮ	Thermocouple
ಉಷ್ಣಯಂತ್ರ	Heat Engine
ಉಷ್ಣವಹನ	Conduction
ಉಷ್ಣವಾಹಕ	Conductor
ಉಷ್ಣವಾಹಕತ್ವ	Coefficient of Thermal conductivity
ಊದಾಬಣ್ಣ	Violet colour
ಊರ್ಧ್ವ	Vertical

ಋಣಚಿಹ್ನೆ	Negative Sign
ಎತ್ತರ	Altitude
ಎಳೆತ	Stretch
ಏಕಮಾನ	Unit
ಏಕಮಾನ ಸದಿಶ	Unit Vector
ಏಕರೀತಿಯ ಜವ	Uniform Speed
ಏಕಸಮತಲ	Coplanar
ಒತ್ತಡ	Pressure
ಒತ್ತುಬಲ	Thrust
ಓರೆದೋಷ	Parallax Error
ಔಷ್ಣಿಕವಾಹಕತೆ	Thermal conductivity
ಔಷ್ಣಿಕ ಸಾಮರ್ಥ್ಯ	Thermal Capacity
ಅಂತರ್ದಹನ	Internal Combustion
ಕಣ	Particle
ಕಪ್ಪು ಕಾಯ	Black body
ಕನಿಷ್ಠಗೊಂದಲದ ವೃತ್ತ	Circle of least confusion
ಕನಿಷ್ಠ ದಿಕ್ಪಲ್ಲಟ	Minimum deviation
ಕರ್ಷಣ (ಬಲ)	Tension
ಕಕ್ಷಾವೇಗ	Orbital Velocity
ಕಾರ್ನೋಚಕ್ರ	Carnot cycle
ಕ್ಯಾಲೊರಿಮಾಪಕದ ತತ್ವ	Principle of calorimetry
ಕಿಂಡಿ	Slit
ಕಿರ್ಕಾಫ್ ನಿಯಮ	Kirchoff's law
ಕಿರಣ	Ray
ಕಿರಣಾವಳಿ	Beam of light
ಕ್ರಿಯಾತ್ಮಕ ಸಮಸ್ಥಿತಿ	Dynamic equilibrium
ಕ್ರಿಯಾವಸ್ತು	Working substance
ಕುದಿತಾಪ	Boiling point
ಕುಹರ	Cavity
ಕುಂಡಲಿನೀಯ ಪ್ರವಾಹ	Vortices
ಕೂಪ	Sink
ಕೆಲಸ	Work
ಕೇಂದ್ರಾಪಗಾಮಿ	Centrifugal

ಕೇಂದ್ರಾಭಿಮುಖ, ಕೇಂದ್ರಾಕರ್ಷಕ	Centripetal
ಕೊಂತ	Piston
ಕೋನಪಲ್ಲಟ	Angular displacement
ಕೋನೀಯಚಲನ ಪರಿಮಾಣ	Angular momentum
ಕೋನೀಯ ಸ್ಥಾನಾಂತರ	Angular displacement
ಖಗೋಳ ದೂರದರ್ಶಕ	Astronomical telescope
ಖಂಡತ್ರಿಜ್ಯ	Radius of cross-section
ಖಂಡವಿಸ್ತಾರ	Cross section
ಗಣಿತೋಕ್ತಿ	Expression
ಗಾಳಿಗಿರಣಿ	Wind mill
ಗಾಳಿಫಲಕ	Wind vane
ಗುಣಾತ್ಮಕ	Qualitative
ಗುಣಾತ್ಮಕ ವಿವರಣೆ	Qualitative explanation
ಗುಪ್ತೋಷ್ಣ	Latent leat
ಗುರುತ್ವಕೇಂದ್ರ	Centre of gravity
ಗುರುತ್ವಾಕರ್ಷಣೆ	Gravitation
ಗೋಳ (ಲ) ದರ್ಪಣ	Spherical mirror
ಗೋಳ (ಲ) ತಲ	Spherical surface
ಗ್ರಹ	Planet
ಗ್ರಾಹ್ಯೋಷ್ಣ	Specific heat
ಘನಕೋನ	Solid angle
ಘಟಕ ವರ್ಣ	Component colour
ಘಾತ	Power
ಚಕ್ರಾವರ್ತನ ತ್ರಿಜ್ಯ	Radius of Gyration
ಚಕ್ರೀಯಚತುರ್ಭುಜ	Cyclic quadrilateral
ಚಿಹ್ನೆ ಸಂಪ್ರದಾಯ	Sign convention
ಚಲನಪ್ರಕರಣ	Dynamics
ಚಲನಪರಿಮಾಣ	Momentum
ಚಲನ ಶಕ್ತಿ	Kinetic energy
ಚಲನೆ	Motion
ಜಡತ್ವ	Inertia
ಜಡತಾಮಹತ್ವ	Moment of inertia
ಜಡವಸ್ತು	Rigid body (matter)

ಜವ	Speed
ಜ್ಯಾಮಿತೀಯ ದ್ಯುತಿ ಪ್ರಕರಣ	Geometrical Optics
ಜೋಡಿ	Doublet
ಟೊಳ್ಳಾದ ಗೋಳ	Hallow Sphere
ತತ್ವ	Principle
ತರಂಗದರ್ಶಿ	Wave guide
ತಲೆಕೆಳಗಾದ ಪ್ರತಿಬಿಂಬ	Inverted image
ತ್ರಿಜ್ಯ	Radius
ತ್ರಿಜ್ಯೀಯ	Radial
ತೆಳು ಮಸೂರ	Thin lens
ತೇಜೋಮಂಡಲ, ಪ್ರಭಾಗೋಳ	Photosphere
ತೋರಿಕೆಯ	Apparent
ದರ್ಪಣ	Mirror
ದರ್ಪಣ ಸೂತ್ರ	Mirror formula
ದಹನ	Combustion
ದಕ್ಷತೆ	Efficiency
ದ್ರವಗತಿ ವಿಜ್ಞಾನ	Hydrodynamics
ದ್ರವಸುಳಿ	eddies
ದ್ರವಸ್ಥಾಯಿ	fluid equilibrium
ದಿಕ್ಕು	Direction
ದಿಕ್ಪಲ್ಲಟ	Deviation
ದೀಪ್ತಹೊನಲು	Luminousflux
ದ್ಯುತಿ ಉಪಕರಣಗಳು	Optical Instruments
ದ್ಯುತಿಕಣವಾದ	Corpuscular theory
ದ್ಯುತಿ ತಂತು	Optical fibre
ದ್ಯುತಿಮಧ್ಯವರ್ತಿ	Optical medium
ದ್ಯುತಿಮಾಪಕ	Photometer
ದ್ಯುತಿಮಾಪನ	Photometry
ದ್ಯುತಿಸಾಂದ್ರತೆ	Optical density
ದೂರದರ್ಶಕ	Telescope
ದೂರ ಬಿಂದು	Far point
ದೃಗ್ಮಸೂರ	Eye lens
ದೇಶ	Space

ಧನಚಿಹ್ನೆ	Positive sign
ಧಾರಾರೇಖಾ	Streamline
ಧ್ರುವ	Pole
ನಮ್ಯ	Flexible
ನಿರ್ಗಮನ ಕಿರಣ	Emergent Ray
ನಿತ್ಯತ್ವ	Conservation
ನಿದರ್ಶನಗಳು	Illistrations
ನಿಬಂಧನೆಗಳು	Conditions
ನಿಮ್ನತಲ	Concave surface
ನಿಮ್ನದರ್ಪಣ	Concave Mirrror
ನಿಯತ	Constant
ನಿಯಮಗಳು	Laws
ನಿಯಮಿತ ಪ್ರತಿಫಲನ	Regular reflection
ನಿರಪೇಕ್ಷ ಚಲನೆ	Absolute motion
ನಿರಪೇಕ್ಷ ಸ್ಕೇಲು	Absolute scale
ನಿರಪೇಕ್ಷ ಶೂನ್ಯ	Absolute Zero
ನಿರ್ವರ್ಣ	Achromatic
ನಿರ್ವರ್ಣ ಜೋಡಿ	Achromatic doublet
ನಿರ್ವಾತ	Vacuum
ನಿಷ್ಪತ್ತಿಸು	Derive
ನಿಷ್ಕಾಸ	Exhaust
ನ್ಯೂಕ್ಲಿಯಸ್	Nucleus
ನೇರನೋಟ ರೋಹಿತದರ್ಶಕ	Direct vision spectroscope
ನೇರಪ್ರತಿಬಿಂಬ	Image
ನೈಜ – ಸತ್ಯ	Real
ಪಟ್ಟಕ	Prism
ಪಟ್ಟಕ ದುರ್ಬೀನು	Prism binocular
ಪತನಕಿರಣ	Incident ray
ಪತನಕೋನ	Angle of incidence
ಪಥ	Trajectory
ಪರವಲಯ	Parabola
ಪರಿಕಲ್ಪನೆ	Concept
ಪರಿಪೂರ್ಣ ಅನಿಲ	Perfect gas

ಪರಿಮಾಣ	Magnitude
ಪರಿಮಾಣಾತ್ಮಕ	Quantitative
ಪರಿವೃತ ವ್ಯವಸ್ಥೆ	Closed system
ಪ್ಲವನತೆ	Buoyancy
ಪ್ರಕ್ರಿಯೆ	Process
ಪ್ರಚ್ಛನ್ನಶಕ್ತಿ	Potential energy
ಪ್ರತಿಫಲನಕಿರಣ	Reflected ray
ಪ್ರತಿಫಲನ ಕೋನ	Angle of reflection
ಪ್ರತಿಲೋಮ	Reversible
ಪ್ರದಕ್ಷಿಣವಾಗಿ	Clockwise
ಪ್ರಧಾನಾಕ್ಷ	Principal axis
ಪ್ರಮಾಣ	Ratio
ಪ್ರಮೇಯ	Theore
ಪ್ರವಣತೆ	Gradient
ಪ್ರಕ್ಷೇಪಕ	Projectile
ಪ್ರಕ್ಷುಬ್ಧಪ್ರವಾಹ	Turbulent flow
ಪಾರ (ವಿಸ್ತಾರ)	Amplitude
ಪಾರದರ್ಶಕ	Transparent
ಪಾರ್ಶ್ವಪಲ್ಲಟ	Lateral shift
ಪಾರ್ಶ್ವವಿಲೋಮನ	Lateral inversion
ಪೀಡನ	Stress
ಪೀನಮಸೂರ	Convex Lens
ಪುನರಾವೃತ್ತಿ ಪ್ರತಿಫಲನ	Multiple reflection
ಪೂರ್ಣಪ್ರತಿಫಲನ ಪಟ್ಟಕ	Total reflection Prism
ಪೂರ್ಣಾಂತರಿಕ ಪ್ರತಿಫಲನ	Total internal reflection
ಪೃಥಕ್ಕರಣ	Resolution
ಪ್ರೇಕ್ಷಣಕಿರಣ	Transmitted Ray
ಪ್ರೇಕ್ಷಣೆ	Transmission
ಪಂಖ	Fan
ಫಲಿತ	Resultant
ಬಲ	Force
ಬಲದ ಮಹತ್ವ	Moment of a force
ಬಲಯುಗ್ಮ	Couple

ಬೆಳಕಿನ ಸರಳ ರೇಖಾಪ್ರಸಾರ	Rectilinear propagation of light
ಭ್ರಮಣ ಚಲನೆ	Rotatory motion
ಭಾರರಾಹಿತ್ಯ	Weightlessness
ಭ್ರಾಮಕ	Torque
ಮಧ್ಯವರ್ತಿ	Medium
ಮರೀಚಿಕೆ	Mirage
ಮಸೂರ ಕೇಂದ್ರ	Optic Centre
ಮಸೂರ ಸಾಮರ್ಥ್ಯ	Power of lens
ಮಹತ್ವ	Moment
ಮಾಧ್ಯಕಿರಣ	Mean ray
ಮಾಪನ	Measurement
ಮಾಪಾಂಕ	Moduli
ಮಿತಿಗಳು	Limitation
ಮಿಥ್ಯ	Virtual
ಮಿಥ್ಯಬಿಂಬ	Virtual image
ಮೂಲ	Source
ಮೂಲಪರಿಕಲ್ಪನೆ	Basic concept
ಮೇಲ್ಮೈ	Surface
ಮೇಲ್ಮೈಎಳೆತ	Surface tension
ರಕ್ತಾತೀತ	Infrared
ರಶ್ಮಿಪ್ರಸಾರ	Radiation
ರೇಖಾಚಲನೆ	Linear motion
ರೇಖಾನಕ್ಷೆ	Graph
ರೇಖೀಯವರ್ಧನ	Linear Magnification
ರೋಧ	Resistance
ರೋಧಉಷ್ಣತಾಮಾಪಕ	Resistance Thermometer
ರೋಹಿತಮಾಪಕ, ಸ್ಪೆಕ್ಟ್ರೋಮೀಟರ್	Spectrometer
ಲಂಬ	Normal
ಲಂಬಪಲ್ಲಟ	Nornal shift
ಲಕ್ಷಣಗಳು	Characteristics
ಲೋಮನಾಳ, ಕೇಶನಾಳ	Capillary tube
ಲೋಮನಾಳಾರೋಹಣ	Capillary rise
ವಕ್ರತಲ	Curved surface

ವಕ್ರೀಭವನ	Refraction
ವಕ್ರೀಭವನ ಅಂಚು	Refracting edge
ವಕ್ರೀಭವನ ನಿಯಮಗಳು	Laws of Refraction
ವಕ್ರೀಭವನ ಮುಖ	Refracting face
ವಕ್ರೀಭವನ ಸಾಮರ್ಥ್ಯ	Refrangibility
ವಕ್ರೀಭವನಾಂಕ	Refractive index
ವರ್ಣಕಾಂತಿ	Brightness of Colours
ವರ್ಣಮಂಡಲ, ವರ್ಣಗೋಳ	Chromosphere
ವರ್ಣವಿಭಜನೆ	Dispersion
ವರ್ಣವಿಭಜನ ಸಾಮರ್ಥ್ಯ	Dispersive power
ವರ್ತುಲ ಕಾಂಡ	Cylindrical rod
ವರ್ತುಲಸ್ತಂಭಾಕೃತಿಯ	Cylindrical
ವರ್ಧನ	Magnification
ವಸ್ತು	Object
ವಸ್ತುಕ	Objective (lens)
ವಹನಸಹಾಂಕ	Transmission Coefficient
ವಾಯುಭದ್ರ	Airtight
ವಾಹಕ	Transmitter
ವ್ಯಾಕೋಚನ	Contraction
ವ್ಯಾಪ್ತಿ	Range
ವಿಕಸನ	Expansion
ವಿಕೃತಿ, ರೂಪಬದಲಾವಣೆ	Strain
ವಿಕಾಸ	Expansion
ವಿನಿಮಯಸಿದ್ಧಾಂತ	Theory of exchanges
ವಿಪಥನ	Aberration
ವಿಭಾಜಿಸು	Resolve
ವಿಮೋಚನಾವೇಗ	Escape Velocity
ವಿರಳಮಧ್ಯವರ್ತಿ	Rarer medium
ವಿಲೋಮವರ್ಗನಿಯಮ	Inverse Square Law
ವಿವಿಕ್ತ	Discrete
ವಿಶಿಷ್ಟೋಷ್ಣ	Specific heat
ವಿಶ್ಲೇಷಣೆ	Analysis
ವಿಸ್ತೀರ್ಣ, ಕ್ಷೇತ್ರಫಲ	Area

ವ್ಯುತ್ಕ್ರಮಸಂಖ್ಯೆ	Reciprocal number
ವೃತ್ತೀಯ ಚಲನೆ	Circular motion
ವೇಗ–ಕಾಲನಕ್ಷೆ	Velocity-time graph
ವೇಗಪ್ರವಣತೆ	Velocity gradient
ವೇಗೋತ್ಕರ್ಷ	Acceleration
ವೇಧಶಾಲೆ	Observatory
ಶಕ್ತಿ	Energy
ಶಕ್ತಿನಿತ್ಯತ್ವ	Conservation of Energy
ಶಕ್ತಿಯ ಸಮವಿಂಗಡಣೆ	Equipartition of energy
ಶಾಖ	Heat
ಶಾಖದ ಹೀರುವಿಕೆ	Absorption of heat
ಶಾಖವಹನ	Conduction
ಸತ್ಯಬಿಂಬ, ನೈಜಬಿಂಬ	Real image
ಸದಿಶ	Vector
ಸಮತಲ	Plane
ಸಮದ್ವಿಬಾಹು	Isoscelcs
ಸಮರೂಪ	Symmetry
ಸಮರೂಪಿಮಧ್ಯವರ್ತಿ	Homogeneous medium
ಸಮಸ್ಥಿತಿ	Quilibrium (Stready State)
ಸಮಾಂತರ ಕಿರಣಾವಳಿ	Parallel rays
ಸಮಾಂತರ ಬಲಗಳು	Parallel forces
ಸಮೀಕರಣ	Equation
ಸಮೋಷ್ಣ (ಬಳಕೆಯಲ್ಲಿದೆ), ಅಪಾರಣೀಯ	Adiabatic
ಸರಳಸಂಗತ ಚಲನೆ	Simple harmonic motion
ಸರಳಾನುಪಾತ	Directly Proportional
ಸ್ವತಂತ್ರತೆಯ ಅಂಶಗಳು	Degree of freedom
ಸಾಧನೆ	To arrive at
ಸಾಮರ್ಥ್ಯ	Power
ಸ್ಥಾನಪಲ್ಲಟ	Displacement
ಸ್ಥಾನಾಂತರ ನಿಯಮ	Displacement Law
ಸ್ಥಾಯಿದ್ರವ ಪ್ರಕರಣ	Hydrostatics
ಸ್ಥಾಯಿ ಪ್ರಕರಣ	Statics
ಸ್ಥಿತಿ	State

ಸ್ಥಿತಿಸ್ಥಾಪಕತ್ವ	Elasticity
ಸ್ಥಿತಿಸ್ಥಾಪಕ ಮಾಪಾಂಕ	Elastic moduli
ಸ್ಥಿರೋಷ್ಣತೆ	Isothermal
ಸ್ನಿಗ್ಧತಾಗುಣಾಂಕ	Coefficient of Viscosity
ಸ್ನಿಗ್ಧತೆ	Viscosity
ಸೀಮಾತಲ	Interface (Surface of Separation)
ಸುಡುಉಷ್ಣತೆ	Charring temperature
ಸೂತ್ರ	Formula
ಸೋಸುಕ	Filter
ಸೌರಸ್ಥಿರಾಂಕ	Solar Constant
ಸಂಕೇತ	Symbol
ಸಂಗಮತಲ	Focal plane
ಸಂಗಮದೂರ	Focal length
ಸಂಗಮಬಿಂದು	Focal Point
ಸಂಪರ್ಕಕೋನ	Angle of contact
ಸಂಪಾತಬಲ	Concurrent force
ಸಂಯೋಜನೆ	Combination
ಸಂಸಕ್ತಾ ್ಯಕರ್ಷಣೆ	Attraction of Cohesion
ಸಂಸಕ್ತಿ	Cohesion
ಸಂಸ್ಪರ್ಶ ಮಸೂರಗಳು	Lenses in contact
ಹಾರಾಟ ಕಾಲ	Time of flight
ಹೀರಿಕೆ	Absorption
ಕ್ಷಿತಿಜ	Horizon

ಕನ್ನಡ ವಿಶ್ವವಿದ್ಯಾಲಯದ ಗುರಿ ಎಂದರೆ ಕನ್ನಡದ ಸರ್ವತೋಮುಖವಾದ ಬೆಳವಣಿಗೆಯಾಗಿದೆ. ಆದರೆ ಇಂಗ್ಲಿಷ್ ಮಾಧ್ಯಮದ ಭರಾಟೆಯಲ್ಲಿ ಕನ್ನಡದ ಬೆಳವಣಿಗೆ ಎದಕ್ಕೂ ಸಾಲದೆನ್ನುವುದನ್ನು ಬೇರೆ ಹೇಳಬೇಕಾಗಿಲ್ಲ. ಇಂಗ್ಲಿಷ್ ಕಲಿತ ಮೇಲೆ ನಾವು ನಮ್ಮ ಇತಿಹಾಸದ ಕಲ್ಪನೆಯನ್ನು ರೂಪಿಸಿಕೊಂಡೆವು. ಈ ಐತಿಹಾಸಿಕ ಪ್ರಜ್ಞೆಯಿಂದ ನಮ್ಮ ಹಳೆಯ ಜ್ಞಾನಶಾಸ್ತ್ರವನ್ನು ರೂಪಿಸಿಕೊಂಡೆವು. ಇದರ ಪರಿಣಾಮವಾಗಿ ನಮ್ಮಲ್ಲಿದ್ದ ವಿಜ್ಞಾನಗಳೆಲ್ಲ ಗೊಡ್ಡು ಪುರಾಣಗಳಾದವು. ಆಯುರ್ವೇದದಂಥ ವಿಜ್ಞಾನ, ದೇವಸ್ಥಾನ ರಚನೆಯಂಥ ನಮ್ಮ ಇಂಜಿನಿಯರಿಂಗ್ ಕೂಡ ಗೊಡ್ಡು ಪುರಾಣಗಳಾಗಿ ವಿಶ್ವಾಸ ಕಳೆದುಕೊಂಡವು. ನೆಲ, ಹೊಲ ಕನ್ನಡವಾಗಿದ್ದರೂ ಕೃಷಿಶಾಸ್ತ್ರ ಕೂಡ ಇಂಗ್ಲಿಷಿನಲ್ಲಿ ರೂಪುಗೊಳ್ಳುತ್ತಿರುವ ವಿಪರ್ಯಾಸ ನಮ್ಮದಾಗಿದೆ.

ಈ ವಿಪರ್ಯಾಸವನ್ನು ತಡೆಗಟ್ಟುವುದು ಮತ್ತು ಕನ್ನಡದಲ್ಲಿ ವಿಜ್ಞಾನದ ಪಠ್ಯಪುಸ್ತಕಗಳನ್ನು ಸಿದ್ಧಪಡಿಸುವುದು ಕನ್ನಡ ವಿಶ್ವವಿದ್ಯಾಲಯದ ಗುರಿಯಾಗಿದೆ. ವಿಜ್ಞಾನದ ವಿಷಯಗಳನ್ನು ಹೇಳುವ ಸಲುವಾಗಿಯೇ ಇಂದು ಪ್ರಮಾಣಿತ ವಿಜ್ಞಾನ ಭಾಷೆಯೊಂದನ್ನು ಕನ್ನಡದಲ್ಲಿ ಸೃಷ್ಟಿಸಿ ಬಳಕೆಗೆ ತರುವುದು ತೀರಾ ಅಗತ್ಯವಾಗಿದೆ. ಈ ಅಗತ್ಯವನ್ನು ಪೂರೈಸಲು ನಾಡಿನ ವಿಷಯತಜ್ಞರೂ, ಭಾಷಾತಜ್ಞರೂ ಕೂಡಿ ವಿಜ್ಞಾನದ ಈ ಪಠ್ಯಪುಸ್ತಕಗಳನ್ನು ಸಿದ್ಧಪಡಿಸಿದ್ದಾರೆ.

ಚಂದ್ರಶೇಖರ ಕಂಬಾರ
ಕುಲಪತಿಗಳು